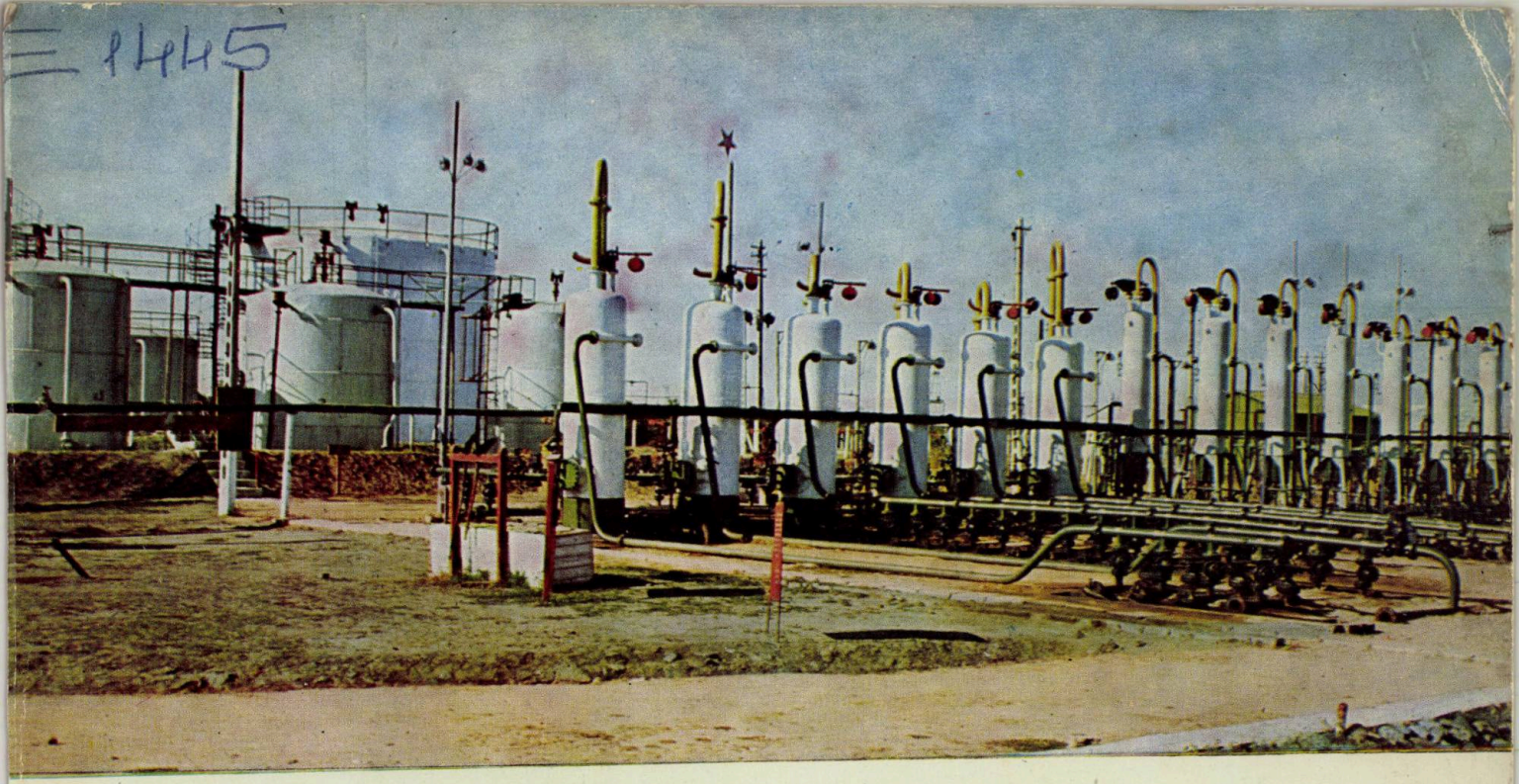
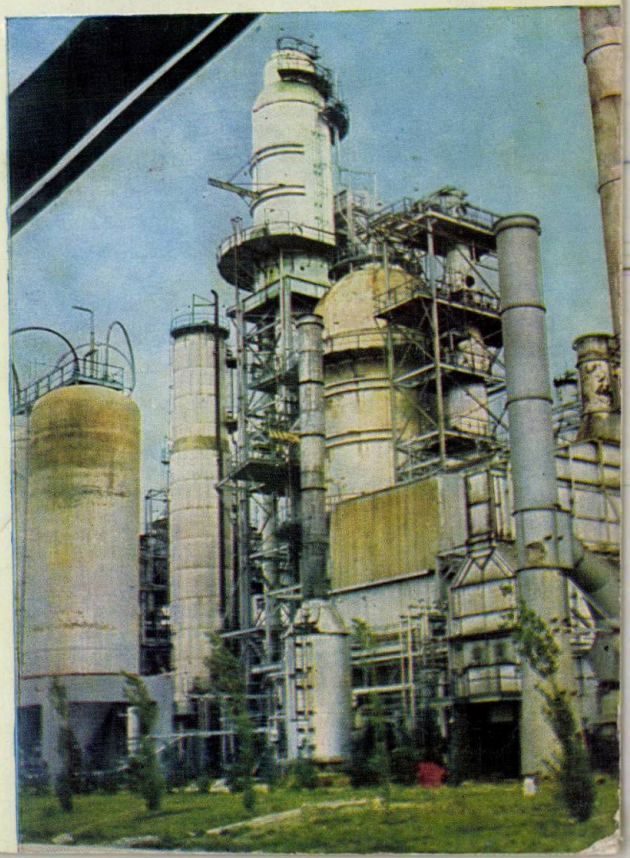
E 1445



# PETROL ȘI GAZE



1

IANUARIE 1973
Vol. 24, p. 1 – 64
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

# geomin

FOREIGN TRADE COMPANY ● SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202
BUCHAREST – ROMANIA ● TELEPHONE: 49.24.25
TELEX 011242

GEOMIN ensure the development of mineral deposits by supplying complete installations operating at the world level of technology and applying techniques of high efficiency By means of their specialized institutes and highly skilled staff they can carry out:

- geological surveys and explorations, technological research and studies in their own laboratories and pilot plants ;
- feasibility studies for different types of deposits ;
- general and working designs for mining projects and non-ferrous metalworking, as well as ancillary works (land planning, water catchment, railways and highways, power stations storehouses, accommodations for personnel etc.);
- Technical assistance and training of personnel for operating the installations supplied

GEOMIN also supply mining equipment for open cast and underground exploitations as well as the equipment and machines necessary for dressing plants and non-ferrous metallurgy.

GEOMIN also provide for the oil extractions industry:

- Synthesis studies or the appraisal of oil and gas reservoirs;
- Exploration programmes;
- Geological surveys;
- Geophysical prospecting;
- Structural drilling;
- Drilling of exploration and development wells;
- Designs, deliveries; production facilities (tank farms, pipelines etc.)

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 1
ianuarie 1973


## CUPRINS


*** **1973 — anul hotărîtor pentru îndeplinirea cincinalului înainte de termen.** 7— 8

*** **Sarcinile şi contribuţia cercetării ştiinţifice la dezvoltarea industriei extractive de ţiţei şi gaze în perspectivă** 8— 9

D. Beju: **Zonare şi corelare a paleozoicului din platforma moesică pe baza asociaţiilor palino-protistologice. II** 10—14

Gh. M. Ionescu: **Programe hidraulice. Criteriul presiunii minime de pompare** 15—17

P. Nicolae: **Analiza grafică a diagramelor de dinamometrare** 18—28

S. Dumitrescu: **Măsurări electronice în găurile de sondă în cursul procesului de foraj şi extracţie** 29—35

A. M. Athanasiadis: **Consideraţii privind măsurarea vitezei de coroziune provocată de apele reziduale din exploatările petroliere** 36—40

M. Mavrodin—Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu: **Pilele cu hidrocarburi — formă superioară de valorificare a combustibililor naturali. II. Sisteme cu reformarea hidrocarburilor** 41—44

G. Auslander: **Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării. III. Cifra octanică şi caracteristicele de distilaţie ale amestecurilor de benzine** 45—51

**Cronică** 52

**Documentare** 53—61

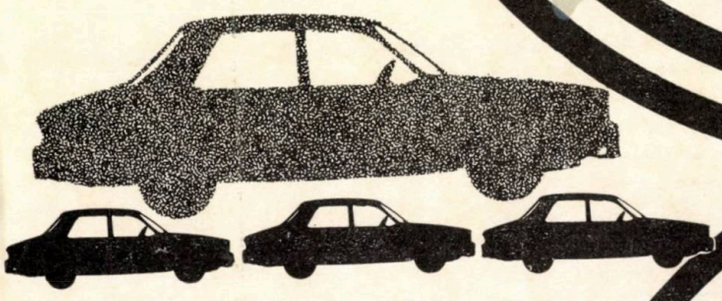
**Informaţii tehnico-economice** 62—63

# RAFINĂRIA TELEAJEN

**Str. Mihai Bravu nr. 217**
**Telefon: 10700**

**Produce**
**pentru export:**

- uleiuri pentru motoare auto, în diverse sortimente și nivele de aditivare:
  SAE 10 W; SAE 10 W/30;
  SAE 20 W; SAE 20W/40;
  SAE 30; SAE 40 și SAE 50
- uleiuri pentru locomotive Diesel în sortimentele:
  DS 30
  DS 40
- Uleiuri pentru angrenaje auto:
  SAE 80 — EP
  SAE 90 — EP
  SAE 140 —EP



RAFINĂRIA TELEAJEN

Centrala industriala
pentru prelucrarea țițeiului
PLOIEȘTI
Telex: 019 275
Telefon: 10 500

# CONTENTS


* * *

**Editorial** 7

D. Beju

**Zoning and Correlation of the Paleozoic in the Moesic Platform on the Basis of Palino-Protistological Associations. II** 10

Gh. M. Ionescu

**Hydraulic Programs. The Minimum Pumping Pressure Criterion** . . . . . 15

P. Nicolae

**The Graphical Analysis of the Dynamometring Diagrams** 18

S. Dumitrescu

**Electronic Measurements at the Bottom in the Drilling and Extraction Process** . . . . . 29

A. M. Athanasiadis

**Considerations concerning the Measurement of the Corrosion Speed Caused by the Residual Waters in the Oil Exploitations** . . . . . 36

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu

**The Hydrocarbon Piles as Superior Way of Turning to Account Natural Fuels. II. Hydrocarbon Reforming Systems** . . . . . 41

G. Auslander

**Linear Programming of Oil Product Blens in Refineries. III The Octane Number and the Distillation Characteristics of Gasoline Blends** 45


Gh. M. Ionescu: **Hydraulic Programs. The Minimum Pumping Pressure Criterion**


The paper briefly presents the main criteria on which the working out of the hydraulic programs in well drilling is based, particularly insisting on the minimum pumping pressure criterion. An analytical solution and a new type of diagram which allows to rapidly work out the hydraulic programs is suggested for this criterion.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 15
D.C. 622.276.53


S. Dumitrescu: **Electronic Measurements at the Bottom in the Drilling and Extraction Process**


The paper contains a synthesis of the problems specific to the measurements with electronic equipment used for the complex investigation of boreholes in the well drilling and exploitation process.
The main parameters which have to be measured at the bottom of the well are pointed out as well as the telemeasuring methods corresponding to the physically existent communication channels which can be used for transmitting the informations from the bottom of the well to the surface.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 29
D.C. 550.839:622.241


M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu: **The Hydrocarbon Piles as a Superior Way of Turning to Account Natural Fuels. II Hydrocarbon Reforming Systems**


The main types of hydrocarbon piles with external reforming system and with the reforming system included in the anode of the pile are presented. Some considerations are made concerning the influence of the catalysts and the electrolytes used on the performances of the piles.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 41
D.C. 621.352.6


G. Auslander: **Linear Programming of Oil Product Blends in Refineries III The Octane Number and the Distillation Characteristics of Gasoline Blends.**


A computational technique was developed for the estimation of the octane number and volatility characteristics of multicomponent gasoline blends. Using nonlinear blending formulas, which however are suitable for linear programming, the mentioned properties of the blends were predicted in good agreement with experimental data.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 45
D. C. 665.6:621.503.55

# СОДЕРЖАНИЕ


* * *

**Передовая статья** 7

Д. Бежу

**Зонирование и корреляция палеозоя из мизийской платформы на основание палино-протистологических объединений. II.** 10

Г. М. Ионеску

**Гидравлические программы. Критерий минимального давления откачки** 15

П. Николае

**Графический анализ динамометрических диаграмм** 18

С. Думитреску

**Электронные измерения в стволах скважины в процессе бурения и экстракции** 19

А. М. Атанасиадис

**Соображения относительно измерения скорости коррозии вызванной сточной водой в нефтяных разработках** 36

М. Мавродин-Тэрэбык, И. Онака, И. Солаколу

**Батерея с углеводородами-высшая форма использования природного топлива. II. Системы с реформингом углеводородов** 41

Г. Аусландер

**Линейное программирование смесей нефтепродуктов на нефтезаводах. III. Октановое число и характеристики дистилляций бензиновых смесей.** 45


Г. М. Ионеску: **Гидравлические программы. Критерий минимального давления откачки**

В работе приводится вкратце главные критерии на которых основывается составление гидравлических программ при бурении скважин, останавливаясь в особенности на критерии минимального давления при откачке. Для этого критерия предлагается аналитическое решение и новый тип диаграммы которая дает возможность быстро составить гидравлические программы.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 15
Д.К, 622.276.53


С. Думитреску: **Электронные измерения в стволах скважины в процессе бурения и экстракции**

В работе проводится синтез специфических проблем по методам измерения электронной аппаратурой, при комплексном исследовании стволов скважин, при процессе бурения и эксплуатации скважин. Приводятся основные параметры которые требуют измерения в забое скважины, а также и методы по телеизмерению соответствующих каналов сообщения существующих физически и которые могут быть использованы для передачи информаций из забоя скажины на поверхность.


Petrol şi Gaze **24**, nr. 1, 1973, p. 19
Д.К 550.839:622.241


М. Мавродин-Тэрэбык, И. Онака, И. Солаколу: **Батерея с углеводородами-высшая форма использования природного топлива. II. Системы с рефеормингом углеводородов.**

Приводятся главные типы батерей с углеводородами с системой внешнего реформинга и с системой реформинга включенного в аноде батереи. Приводятся соображения относительно влияния применяемых катализаторов и электролитов на результаты батерей.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 41
Д.К,621.352.6


Г. Аусландер: **Линейное программирование смесей нефтепродуктов на нефтезаводах. III. Октановое число и характеристики дистилляций бензионовых смесей,**

Составили расчетный метод октанового числа и характеристик многокомпонентных бензиновых дистилляционных смесей. Метод, который использует уравнения нелинейных смесей которые все же соответствуют для линейного программирования дает возможность оценить отмеченные свойства с удовлетворительной точностью.


Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 1, p. 45
Д.К. 665.6:621.503.55

# INHALT

* * *


**Leitartikel** 7

D. Beju

**Zoneneinteilung und Korrelation des Paläosoikums in der Moesischen Plattform auf Grund der palyno-protystologischen Zusammenlagerungen (II)** 10

Gh. M. Ionescu

**Hydraulische Programme. Kriterium für das Minimum des Pumpdrucks** 15

P. Nicolae

**Graphische Analyse der Dynamometriediagramme** 18

S. Dumitrescu

**Elektronische Messungen im Bohrloch während des Bohr-und Förderprozesses** 29

A. M. Athanasiadis

**Erwägungen in bezug auf die Geschwindigkeit der, durch Abwässer von der Erdölförderung verursachten Korrosion** 36

M. Mavrodin — Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu

**Zellen mit Kohlenwasserstoffen — Überlegene Form der Nutzung natürlicher Brennstoffe (II) Systeme mit Kohlenwasserstoffreforming** 41

G. Ausländer

**Lineare Programmierung der Gemische von Erdölerzugnissen aus Raffinerien (III) Oktanziffer und Kennzeichen der Destillation der Benzingemische** 45


Gh. M. Ionescu: **Hydraulische Programme. Kriterium für das Minimum des Pumpdrucks**


Es werden kurz die Hauptkriterien, die die Grundlage für die Erarbeitung der hydraulischen Programme des Niederbringens von Sonden bilden, dargelegt und das Kriterium des Minimums des Pumpendrucks unterstrichen. Für dieses Kriterium wird eine analytische Lösung und ein neuer Typ eines Diagramms vorgeschlagen, das eine rasche Aufstellung der hydraulischen Programme gestattet.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 15
D.K. 622.276.53


S. Dumitrescu: **Elektronische Messungen im Bohrloch während des Bohr- und Förderprozesses**


Der Verfasser gibt eine Synthese der spezifischen Probleme bei der Anwendung elektronischer Messgeräte in der komplexen Untersuchung der Bohrlöcher während der Bohrung und Ausbeutung der Sonden.
Es werden die Hauptparameter, die an der Sondensohle gemessen werden müssen sowie die Methoden der Fernmessung dargelegt, die den bestehenden physikalischen Übertragungskanälen entsprechen und für Weiterleitung der Informationen von der Bohrlochsohle zur Oberfläche verwendbar sind.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, 1973, p. 29
D.K. 550.839:622.241


M. Mavrodin-Tăbărîc, I. Onaca, I. Solacolu: **Zellen mit Kohlenwasserstoffen — Überlegene Form der Nutzung narürlicher Brennstoffe (II) Systeme mit Kohlenwasserstoffreforming**


Es werden die wichtigsten Typen von Zellen mit Kohlenwasserstoffen mit auswärtigem Reformingsystem und mit dem Reformingsystem innerhalb der Zellenanode dargelegt. Der Einfluss der verwendeten Katalysatoren und Elektrolyte auf die Leistung der Zellen wird ebenfalls in Betracht gezogen.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 41
DK. 621.352.6.


G. Ausländer: **Lineare Programmierung der Gemische von Erdölerzeugnissen aus Raffinerien (III) Oktanziffer und Kennzeichen der Destillation der Benzingemische**


Es wurde eine Berechnungsmethode der Oktanziffer und der Destillationskennzeichen der Benzingemische mit mehrfacher Zusammensetzung ausgearbeitet. Die Methode, die nichtlineare Gemischgleichungen verwendet, welche jedoch auch für lineare Programmierung geeignet sind, gestattet die Bewertung der betreffenden Eigenschaften mit einer genügenden Präzision.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p 45
D. K. 665.6:621.503.55

# SOMMAIRE


* * *

**Editorial** 7

D. Beju

**Le zonage et la corrélation du paléozoique de la Plate-forme mésique sur la base des associations palino-protistologiques. II** 10

Gh. M. Ionescu

**Programmes hydrauliques. Le critère de a pression minimum de pompage** 15

P. Nicolae:

**L'analyse graphique des diagrammes de dynamométrage**

S. Dumitrescu

**Mesurages électroniques au fond du puits dans le processus de forage et d'extraction** 29

A. M. Athanasiadis

**Considérations sur le mesurage de la vitesse de corrosion provoquée par les eaux résiduelles dans les exploitations pétrolières** 36

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu

**Les piles aux hydrocarbures, une forme supérieure de mise en valeur des combustibles naturels. II. Systèmes au reforming des hydrocarbures** 41

G. Auslander:

**La programmation linéaire des mélanges de produits pétroliers des raffineries. III. L'indice d'octane et les caractéristiques de distillation des mélanges d'essences** 46



G h. M. I o n e s c u : **Programmes hydrauliques. Le critère de la pression minimum de pompage**

L'étude présente brièvement les principaux critéres qui se trouvent à la base de l'élaboration des programmes hydrauliques à l'excavation des sondes et on insiste sur le critère de la pression minimum de pompage. Pour ce critère on propose une solution analytique et un nouveau type de diagramme, qui permettent une élaboration rapide des programmes hydrauliques.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 15
C.D. 622.276.53



S. D u m i t r e s c u : **Mesurages électroniques au fond du puits dans le processus de forage et d'extraction**

L'article contient une synthèse des problèmes spécifiques des méthodes de mesurage à appareillage électronique, pour l'investigation complexe des trous de sonde dans le processus de forage et d'exploitation des sondes.
On présente les principaux paramèters qui doivent être mesurés au fond du puits, ainsi que les méthodes de télémesurage correspondant aux canaux de comunication physiquement existants pour transmettre les informations du fond du puits à la surface.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 29
C.D. 550.839:622.241



M. M a v r o d i n - T ă r ă b î c, I. O n a c a, I. S o l a c o l u : **Les piles aux hydrocarbures, une forme supérieure de mise en valeur des combustibles naturels. II. Systèmes au reforming des hydrocarbures**

On présente les principaux types de piles aux hydrocarbures avec le système de reforming extérieur et avec le système de reforming inclus dans l'anode de la pile. Des considérations sont faites sur l'influence des catalyseurs et des électrolytes utilisés sur les performances des piles.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 41
C.D. 621.352.6



G. A u s l a n d e r : **La programmation linéaire des mélanges de produits pétroliers des raffineries. II. L'indice d'octane et les caractéristiques de distillation des mélanges d'essences**

Une méthode a été élaborée en vue de calculer l'indice d'octane et les caractéristiques de distillation des mélanges multicomposants d'essences. La méthode, qui utilise des équations de mélanges non linéaires qui sont, toutefois adéquates pour la programmation linéiare, permet d'estimer les propriétés mentionnées avec une précision satisfaisante.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 1, 1973, p. 45
C.D. 665,6:621.503.55

# 1973 — ANUL HOTĂRITOR PENTRU ÎNDEPLINIREA CINCINALULUI ÎNAINTE DE TERMEN

Am intrat într-un nou an și colectivele de oameni ai muncii din întreaga țară desfășoară o amplă activitate creatoare, intensificînd întrecerea socialistă pentru îndeplinirea prevederilor planului de stat, pentru ridicarea la un nivel superior a eficienței activității economice. După cum se știe, la Plenara C.C. al .P.C.R. din 20–21 noiembrie anul trecut planul pe 1973 a fost apreciat ca hotăritor pentru îndeplinirea în avans, la un înalt nivel calitativ, a cincinalului. „Dacă vom realiza în bune condiții tot ceea ce ne-am propus pentru 1973 — sublinia în expunerea la plenară secretarul general al partidului, tovarășul NICOLAE CEAUȘESCU — vom avea siguranța deplină că prevederile de plan pentru ceilalți ani ai cincinalului vor fi realizate cu succes.

O cît de sumară privire asupra principalilor indicatori ai planului economiei naționale pe acest an evidențiază că unul din elementele lui definitorii îl constituie ritmurile de dezvoltare mult accelerate ale tuturor sectoarelor de activitate și — cu prioritate — ale ramurilor producției materiale. Producția globală industrială a țării va spori cu 16,2% comparativ cu 1972, față de 12,9% cît era prevăzut inițial prin planul cincinal pentru anul 1973. În cadrul industriei, ritmul de creștere este mult sporit în cazul ramurilor vitale pentru promovarea progresului tehnic în întreaga economie: construcția de mașini, industria chimică, metalurgia. De exemplu, producția industrială a construcțiilor de mașini va crește cu 21,8%, din care producția mașinilor — unelte cu 25,5%, iar cea a industriei electrotehnice cu 26,3%; totodată, industria chimică va cunoaște un ritm de creștere de aproape 25%.

Prevederile de plan pe acest an se bazează, desigur, pe realizările de pînă acum, ele corespunzînd posibilităților materiale și umane de care dispune țara noastră și răspund, totodată, necesității dezvoltării accelerate a bazei tehnico-materiale a societății socialiste românești. Garanția îndeplinirii acestor sarcini este dată de rezultatele bune cu care a fost încheiat anul trecut și, în general, primii doi ani ai cincinalului, de bogata experiență practică a colectivelor de muncitori, ingineri și tehnicieni din toate ramurile economiei, de ampla activitate desfășurată, la chemarea conducerii partidului și statului, pentru punerea deplină în valoare a tuturor rezervelor producției.

În acest cadru se înscriu, organic, rezultatele și sarcinile ce revin colectivelor din industria petrolieră. Să ne oprim asupra unora din succesele de pînă acum ale petroliștilor și din perspectiva lor, să examinăm cîteva din cerințele planului pe acest al treilea an al cincinalului. În 1972, cu toate că timpul nu a fost întotdeauna prielnic — precipitațiile abundente din unele perioade au îngreuiat mult lucrul la foraj și au provocat unele calamități la sondele în producție — petroliștii se pot mîndri cu obținerea unor indici tehnico-economici superiori exigențelor planului și angajamentelor asumate în întrecere. Pe ansamblul industriei extractive de petrol și gaze, s-a realizat anul trecut o producție globală industrială cu 69,2 milioane lei mai mare față de plan și o producție marfă cu 75,4 mil. lei superioară prevederilor. Producția suplimentară s-a concretizat în aproape 45 000 t țiței și 237 mil. m³ gaze asociate extrase peste prevederi. De subliniat este faptul că producția suplimentară s-a obținut fără angajarea de personal în plus, deci pe seama creșterii productivității muncii, precum și în condițiile unei eficiențe economice sporite.

Tehnica și tehnologia forajului și extracției țițeiului au cunoscut în anii noștri o puternică evoluție. Forajul sondelor se execută în prezent cu instalații de înaltă tehnicitate, construite în țară, care asigură înalți parametri de lucru. De exemplu, cu toate că adîncimea medie a sondelor a crescut mult, deci și dificultățile au fost mult mai mari, vitezele de foraj pe instalație lună au fost anul trecut de aproape 1,9 ori superioare realizărilor din anul 1955. În întreprinderile și unitățile de foraj, în schelele de extracție — dintre care menționăm pe cele din cadrul grupurilor industriale — București, Ploiești și Pitești — au căutat să extindă larg metodele noi de foraj și de extracție a țițeiului, menite să asigure creșterea productivității muncii, punerea în valoare a noi posibilități de exploatare rațională a zăcămintelor de țiței. Cu titlu de exemplificare, amintim că în 1972 forajul cu jet s-a aplicat la jumătate din volumul lucrărilor; de asemenea, circa 10% din producția de țiței s-a extras pe seama aplicării metodelor de injecție de apă și gaze. Tot anul trecut, combustia subterană — procedeu care asigură creșterea importantă a factorului final de recuperare din zăcămintele cu țițeiuri grele și vîscoase s-a extins în Schela de extracție Suplacu de Barcău și s-a introdus la un zăcămînt dintr-o schelă a Grupului industrial pentru foraj și extracția țițeiului Ploiești.

Datorită unei mai bune organizări a producției și a muncii în schelele de extracție și celelalte unități productive, extinderii unor metode noi de lucru, ridicării calificării personalului și altor măsuri, productivitatea muncii a fost în 1972 cu 2480 lei/salariat mai mare față de prevederi. Numai în 10 luni din anul trecut s-au înregistrat în industria extractivă de petrol și gaze beneficii peste plan în valoare de 67 mil. lei.

Realizări remarcabile s-au obținut și în industria prelucrării țițeiului, principalul obiectiv fiind diversificarea produselor și continua ridicare a nivelului lor calitativ, precum și sporirea contribuției rafinăriilor la asigurarea bazei de materii prime a industriei chimice. Este de relevat faptul că anul trecut rafinăriile de petrol au realizat o producție globală industrială cu 190 mil. lei mai mare față de plan și au livrat suplimentar economiei naționale 163 000 t benzine, 36 700 t petrol, 120 000 t motorină, 7 600 t uleiuri și alte produse petroliere.

În baza rezultatelor și experienței dobîndite în primii ani ai cincinalului, petroliștii privesc cu optimism sarcinile de plan pe 1973, hotăritoare, cum spuneam pentru îndeplinirea în bune condiții, înainte de termen, a planului cincinal. Potrivit Legii pentru adoptarea planului de dezvoltare economică socială a României pe anul 1973, votată la ultima sesiune a Marii Adunări Naționale, va trebui să se realizeze în 1973 o producție de 14,2 mil. t de țiței și 23,3 miliarde metri cubi de gaze naturale. Sînt sarcini extrem de grele, care solicită din plin inițiativa, gîndirea creatoare a muncitorilor, inginerilor și tehnicienilor din acest sector.

Pentru realizarea producției prevăzute, anul acesta urmează să se foreze și să se pună în producție sute de sonde, în condiții mereu mai dificile ca pînă acum. Grupurile industriale pentru foraj și extracția țițeiului din Moinești, Ploiești, București, Pitești și Tg. Jiu au luat numeroase măsuri pentru ca forajul noilor sonde să înceapă la timp și să se desfășoare în bune condițiuni. Forajul cu jet va fi extins în continuare și se va trece la optimizarea forajului la toate sondele de mare și medie adîncime, în scopul creșterii vitezelor de lucru și a eficienței economice a activității de foraj.

În expunerea la Plenara C.C. al P.C.R. din noiembrie anul trecut, tovarășul Nicolae Ceaușescu sublinia că realizarea nivelului maximal al planului din 1973 impune realizarea unor măsuri energice pentru folosirea intensivă a tuturor capacităților de producție. Această indicație privește direct și colectivele din industria extractivă de perol și gaze și din rafinării. În acest scop, se va extinde acțiunea de modernizare a insta-

laţiilor de foraj în atelierele mecanice ale unităţilor petroliere. În schelele de extracţie s-a elaborat un program de măsuri pentru punerea în producţie a tuturor sondelor din fondul activ şi a celor noi. Eforturi mari trebuie să depună unităţile Grupului industrial pentru foraj şi extracţia ţiţeiului din Moineşti pentru repunerea în producţie a sondelor deteriorate anul trecut din cauza alunecărilor de teren.

Măsuri ample se iau în toate schelele, cu concursul specialiştilor din cercetare şi proiectare, pentru extinderea metodelor moderne de extracţie, care asigură sporirea producţiei, concomitent cu exploatarea raţională a zăcămintelor. Bunăoară, se vor extinde injecţia de gaze şi apă, injecţia ciclică de abur, precum şi combustia subterană. Această din urmă metodă se va introduce în acest an şi la un zăcământ din zona de activitate a Grupului industrial pentru foraj şi extracţia ţiţeiului Bucureşti, pentru care se fac intense pregătiri. În schelele Moineşti, Zemeş şi Modîrzău se va executa un număr sporit de fisurări hidraulice. Activitatea petroliştilor va fi sprijinită de uzinele mecanice de confecţii şi reparaţii de utilaj petrolier, care au de realizat în 1973 un volum sporit de utilaje şi piese de schimb.

Răspunderi mari revin unităţilor în acest an în domeniul creşterii eficienţei activităţii economice. Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei, împreună cu centralele şi grupurile industriale, a intensificat acţiunea de revizuire şi îmbunătăţire a normelor şi normativelor de consum de materiale, combustibil şi energie. Totodată, a fost elaborat un amplu plan de măsuri pentru creşterea productivităţii muncii într-un ritm mai ridicat faţă de prevederile planului cincinal.

Industria prelucrătoare de ţiţei se caracterizează în acest an prin amplificarea eforturilor pentru utilizarea la maximum — la nivelul indicatorilor proiectaţi şi chiar mai mult — a capacităţilor de producţie. Se prevede ca producţia globală a acestui sector să crească în acest an cu 7,6%. Importante sînt însă schimbările de ordin calitativ în prelucrarea ţiţeiului, în sensul intensificării măsurilor pentru reducerea consumurilor specifice de materii prime, materiale, chimicale şi energie, a cheltuielilor de producţie şi pentru ridicarea rentabilităţii produselor. Totodată, se vor fructifica noi posibilităţi pentru creşterea producţiei la sortimentele destinate industriei chimice. În 1973, rafinăriile vor trebui să livreze cu 25% mai multe materii prime pentru chimizare faţă de realizările din 1972.

În acest an industria prelucrătoare de ţiţei se va îmbogăţi cu o nouă instalaţie de înaltă tehnicitate — craearea catalitică de pe platforma Piteşti — care va asigura ridicarea în continuare a valorificării ţiţeiului.

# Sarcinile şi contribuţia cercetării ştiinţifice la dezvoltarea industriei extractive de ţiţei şi gaze în perspectivă

Documentele Congresului al X-lea al P.C.R. atestă că perspectiva va fi caracterizată, şi în ţara noastră, printr-o cerere foarte mare de ţiţei şi gaze. Posibilitatea de satisfacere a acestei cereri trebuie privită cu optimism. Acest optimism se bazează pe posibilităţile, pe care le are cercetarea ştiinţifică, de a obţine progrese tehnice pentru descoperirea şi punerea în valoare a unor rezerve în condiţii economice eficiente şi pentru mărirea factorilor finali de recuperare ai zăcămintelor cunoscute, concomitent cu mărirea eficienţei exploatării în general. Natura progreselor tehnice necesare va fi prezentată în cele ce urmează.

În domeniul geofizicii, extinderea şi îmbunătăţirea utilizării calculatoarelor electronice, date fiind succesele obţinute pînă în prezent în lume, vor trebui să constituie preocupări de prim ordin. Totodată, va trebui, datorită investigării geologice avansate a ţării noastre, să se pună un accent deosebit pe perfecţionarea şi dezvoltarea de metode pentru localizarea capcanelor stratigrafice şi a capcanelor situate la mare adîncime.

Studii geologice detaliate şi complexe (geologice, geofizice, petrografice, sedimentologice, paleontologice, geochimice etc.), ale tuturor formaţiunilor sedimentare cu perspective de hidrocarburi, vor constitui, şi în viitor, un suport important pentru explorarea formaţiunilor geologice situate la mare adîncime, a capcanelor structurale de mică amplitudine, a capcanelor stratigrafice şi litologice, a rocilor carbonatate, a platformei continentale a Mării Negre şi a şisturilor bituminoase. În acelaşi scop de explorare, vor fi perfecţionate metodele de investigare a găurilor de sondă şi de interpretare calitativă şi cantitativă, geologică şi geofizică a datelor obţinute.

În ceea ce priveşte forarea sondelor, o primă sarcină de progres constă în folosirea integrală a rezultatelor valoroase obţinute pînă acum în ceea ce priveşte modul de elaborare a programelor fundamentale de optimizare, controlul erupţiilor libere şi alte informaţii cu privire la modul în care s-ar putea săpa mai ieftin şi mai bine. O reducere a costului forajului se consideră că se va putea obţine prin folosirea calculatoarelor electronice în analiza operaţiilor de foraj, concomitent cu dezvoltarea de modele matematice mai adecvate şi cu îmbunătăţirea sistemului de colectare şi analiză a datelor. Îmbunătăţirea continuă a echipamentului de foraj va constitui o preocupare permanentă şi în viitor. Se va avea în vedere, în special, realizarea de sape noi cu o durată de lucru mai mare pe talpă, fluide de foraj şi paste de ciment pentru temperaturi ridicate. Se întrevede, de asemenea, continuarea perfecţionării echipamentului de fund pentru forajul direcţional şi a tehnicii săpării unor găuri multiple. Mărirea vitezei şi flexibilităţii în operaţiile de transport a turlei de la o locaţie la alta, mai ales în cazul sondelor de explorare, va constitui, la fel, un obiectiv important de progres. Progrese mari se aşteaptă să se obţină prin realizarea instalaţiei automate de foraj, manevrarea automată a prăjinilor şi introducerea prăjinilor flexibile. Necesităţile de progres în perspectivă reclamă, de asemenea, continuarea eforturilor privind dezvoltarea unei metode de foraj, diferite esenţial de metoda rotativă. Atenţia se va îndrepta, iniţial, asupra forajului prin eroziune, care se pare că are cele mai mari şanse să ajungă, într-un timp nu prea îndepărtat, la stadiul de metodă industrială.

În extracţia ţiţeiului şi gazelor, în perspectivă va creşte, de asemenea, rolul calculatoarelor. Controlul prin calculatoare a unor şantiere întregi va deveni curent într-un număr nu prea mare de ani. Elaborarea unor metode simple de liftare a ţiţeiului din sonde de adîncime cu nivel scăzut va constitui o mare necesitate, pe măsură ce creşte numărul de sonde productive de mare adîncime. Obţinerea unor debite rentabile la sondele de mare adîncime va face necesară concentrarea cercetării pentru elaborarea unor metode de mărire a productivităţii şi receptivităţii acestor sonde. Va trebui să continue, de asemenea, activitatea de cercetare pentru perfecţionarea echipării şi deschiderii sondelor, perfecţionarea metodelor actuale de mărire a productivităţii şi receptivităţii sondelor şi de înlăturarea dificultăţilor date de viiturile de nisip, de depunerile de parafină şi de coroziunea echipamentului.

Metodele de mărire a recuperării se vor menţine în centrul atenţiei datorită creşterii costului şi dificultăţilor în explorare. Metodele obişnuite de injecţie de apă şi gaze vor fi perfecţionate în sensul reducerii consumului specific de fluid injectat. Metodele dezvoltate recent — termice, dislocuire miscibilă

și injecția de apă cu viscozitate mărită — vor face pași mari datorită perfecționării tehnologiei de aplicare. Metodele de recuperare terțiară : combustia subterană aplicată după injecția de apă, injecția de apă după combustie subterană, injecția de bioxid de carbon după injectarea de apă etc. este de așteptat să ajungă la stadiul de metode industriale, în general, încă în cursul acestei decade. Necesitatea creșterii, în continuare, a factorului final de recuperare, vor duce la intensificarea cercetărilor privind elaborarea unor metode de mărire a rezervelor recuperabile bazate pe principii fizice diferite de principiul dislocuirii de către un alt fluid. Va crește rolul calculatoarelor în modelarea proceselor de exploatare a zăcămintelor. Aceasta va permite aplicarea unor tehnici de optimizare a exploatării din ce în ce mai bune.

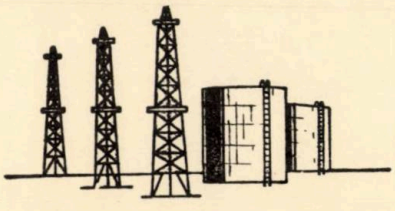
În preluerarea gazelor, instalațiile bazate pe procesul de răcire și absorbție, vor fi extinse și perfecționate și în continuare. În paralel, se va dezvolta și extinde procesul de fracționare criogenică.

În tratarea țițeiului, tendința principală va consta în generalizarea sistemului închis de colectare, tratare și transport, în vederea evitării pierderilor. Încălzirea indirectă va fi înlocuită integral prin încălzirea directă. Se prevede o perfecționare continuă, atît a sistemului chimic de tratare, cît și a sistemului electric.

În domeniul transportului și înmagazinării țițeiului și gazelor, cercetarea științifică va trebui să ducă la mărirea siguranței în supravegherea conductelor, perfecționarea metodelor de detectare a neetanșeităților, obținerea de materiale de izolare mai bune și îmbunătățirea activității de construire a conductelor. Pe principalele conducte se vor folosi turbine de gaze. Flexibilitatea mare necesară în viitor pentru alimentarea cu gaze a consumatorilor industriali se va asigura prin folosirea de calculatoare și automatizare.

Cercetările referitoare la activitatea pe mare vor cuprinde investigarea geologică a platformei continentale a Mării Negre, construcția pe echipamente pentru explorarea și punerea în valoare a zăcămintelor pe mare, inclusiv echipamente care să funcționeze sub apă.

Realizarea sarcinilor de progres de amploarea celor de mai sus cere o intensificare a activității de cercetare științifică în domeniul industriei extractive de țiței și gaze. Aceasta presupune continuarea acțiunilor de perfecționare a organizării acestei activități, de selecție, educare ideologică și instruire a personalului de cercetare și de îmbunătățire a echipamentului de cercetare.



# Zonare și corelare a paleozoicului din platforma moesică pe baza asociațiilor palino-protistologice. II

D. Beju

## Considerații paleogeografice

Din datele existente rezultă că orizontul corespunzător zonei $C_3$ reprezintă termenul final al ciclului paleozoic din platforma moesică. O bună parte a vestphalianului, stephanianul și permianul inferior corespund unei perioade de exondare și peneplenizare, iar seria roșie permiană, care este legată organic de ciclul de sedimentare permotriasic, nu conține resturi fosile.

Repartiția geografică a probelor recoltate de la diferite niveluri ale paleozoicului traversat de sonde în platforma moesică nu este încă suficient de densă spre a permite realizarea unor interpretări paleoecologice detaliate pe baza asociațiilor palino-protistologice. S-a mai menționat însă că, în cadrul fiecăreia dintre cele zece zone separate, asociațiile de filoplancton, chitinozoare sau spori au o alcătuire similară în toate sondele în care au fost întîlnite. Acest fapt sugerează că, în bazinul intrageosinclinal relativ restrîns în care s-a depus sedimentarul moesian, au existat, în diferite perioade ale paleozoicului, condiții de sedimentogeneză relativ uniforme pe toată aria de depunere, așa cum o atestă de altfel și uniformitatea litofacială.

Pe de altă parte, din totalitatea datelor petrografice și paleontologice existente reiese că bazinul moesian a păstrat în tot timpul paleozoicului caractere de mare epicontinentală cu adîncimi relativ reduse.

În cazul ordovicianului și al silurianului, faptul este confirmat de abundența chitinozoarelor și a filoplanctonului, care indică un facies de mare liniștită și puțin adîncă.

În eodevonian și eifelian, către partea superioară a seriei terigene inferioare, este remarcabil aportul masiv de spori, a căror abundență sugerează că zona de uscat se situa în relativa apropiere a locului de sedimentare.

Caracterul de mare puțin adîncă, cu influențe lagunare pe alocuri, așa cum o atestă și prezența intercalațiilor de evaporite este, de asemenea, sugerat de apariția frecventă a sporilor cu talie mare în partea inferioară a seriei calcaro-dolomitice paleozoice, adică în segmentele stratigrafice atribuite givețianului și frasnianului.

Abundența sporilor în intercalațiile pelitice din calcarele dinantiene sugerează, de asemenea, un mediu de depunere situat în relativa apropiere a uscatului.

În sfîrșit, seria terigenă carboniferă prezintă un palinofacies tipic zonelor de sedimentare

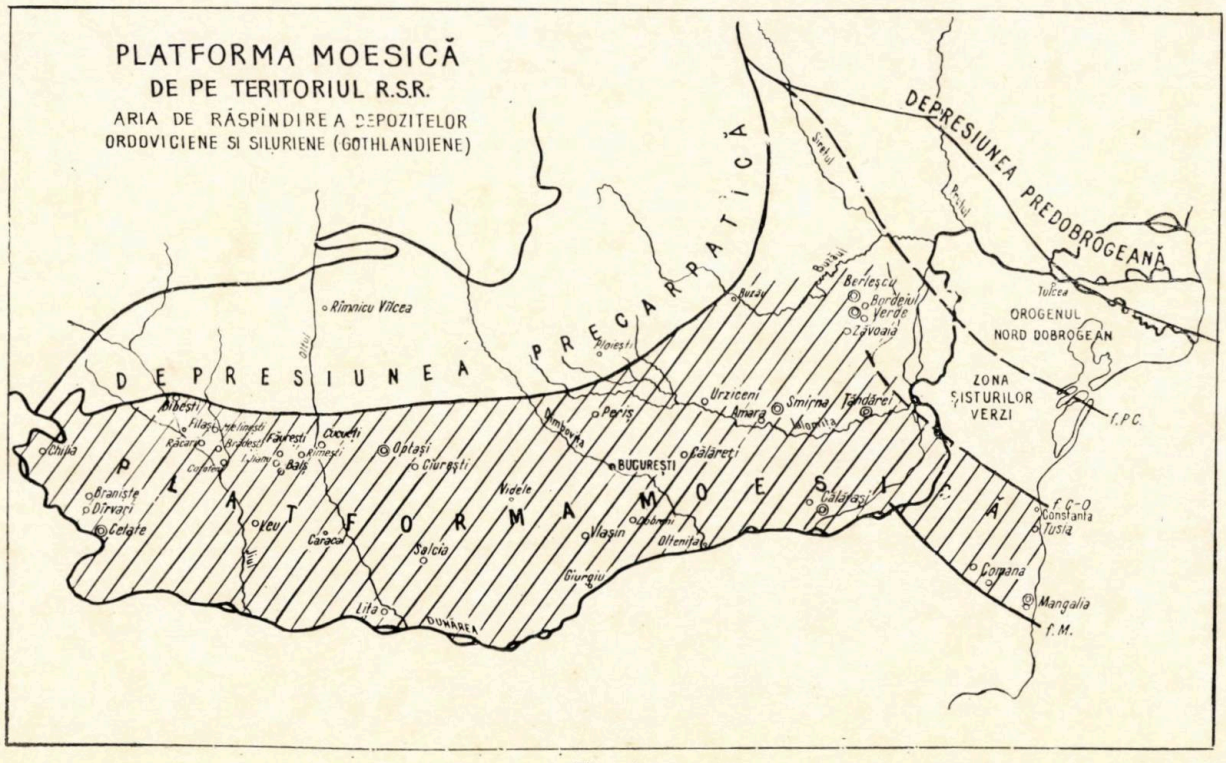



Fig. 4.

paralice, caracterizat de extrema abundenţă a sporilor de tip *Lycospora*, *Anulatisporites*, *Densosporites*, *Congulizonates*, ca şi de existenţa unor niveluri bogate în resturi cărbunoase.

Totodată, din datele actuale de foraj, se schiţează o imagine încă generală, dar destul de grăitoare, a repartiţiei geografice a diferiţilor termeni ai paleozoicului pe teritoriul românesc al platformei moesice. În schiţele din figurile

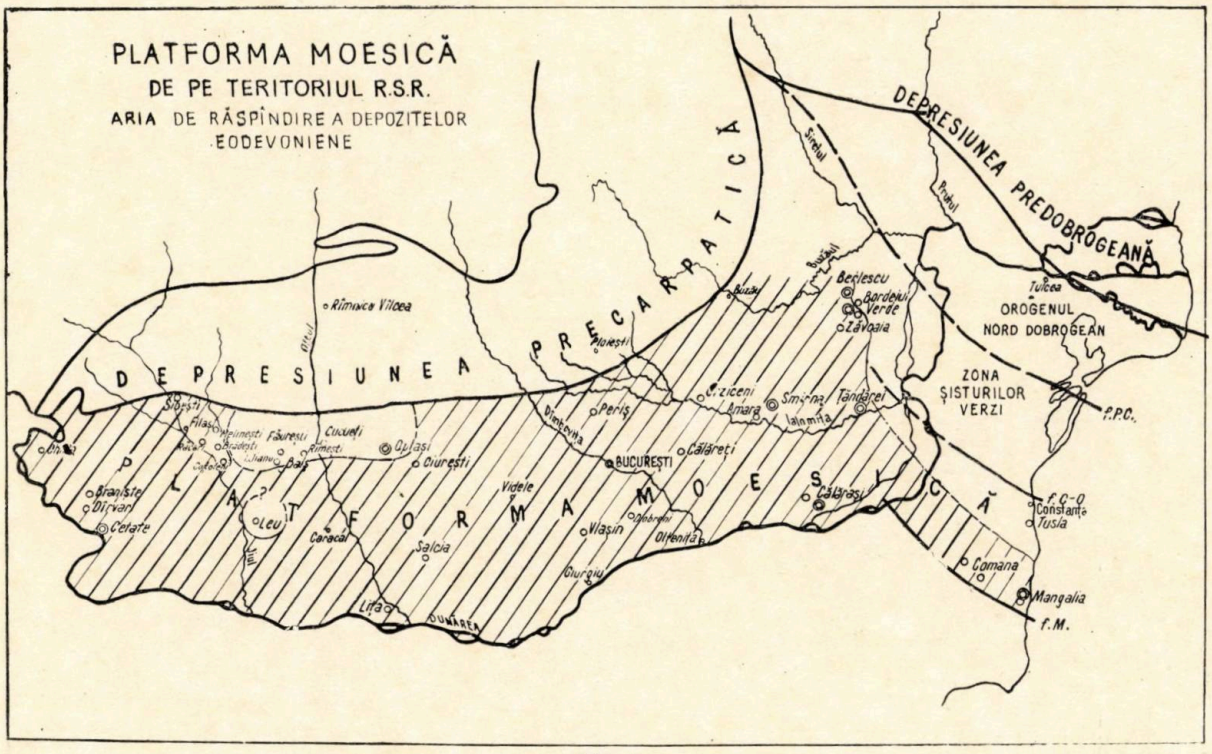



Fig. 5.

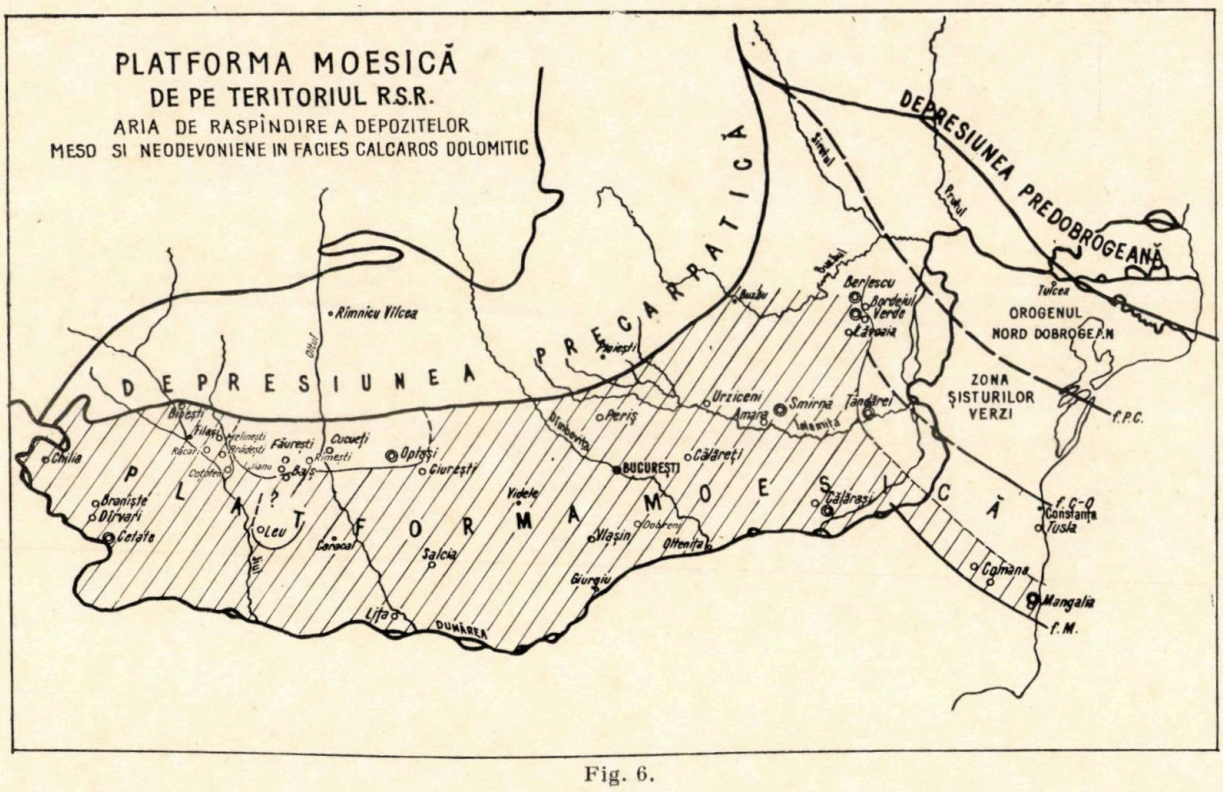



Fig. 6.

4—8 este redată configurația generală a structurii de adîncime a formațiunilor antepermiene. Ținînd seama de dispersiunea punctelor de observație, această interpretare trebuie însă privită cu rezerva cuvenită. Așa cum reiese și din examinarea armonicelor de corelare, planul paleoreliefului antepermian intersectează ordonicianul la Bordeiul Verde și la Balș, silurianul (gothlandianul) la Tusla, Bordeiul Verde, Optași, Leu, Cucueți și Făurești, eodevonianul la Țăndărei, mesodevonianul sau neodevonianul la Mangalia, Comana, Bordeiul Verde,

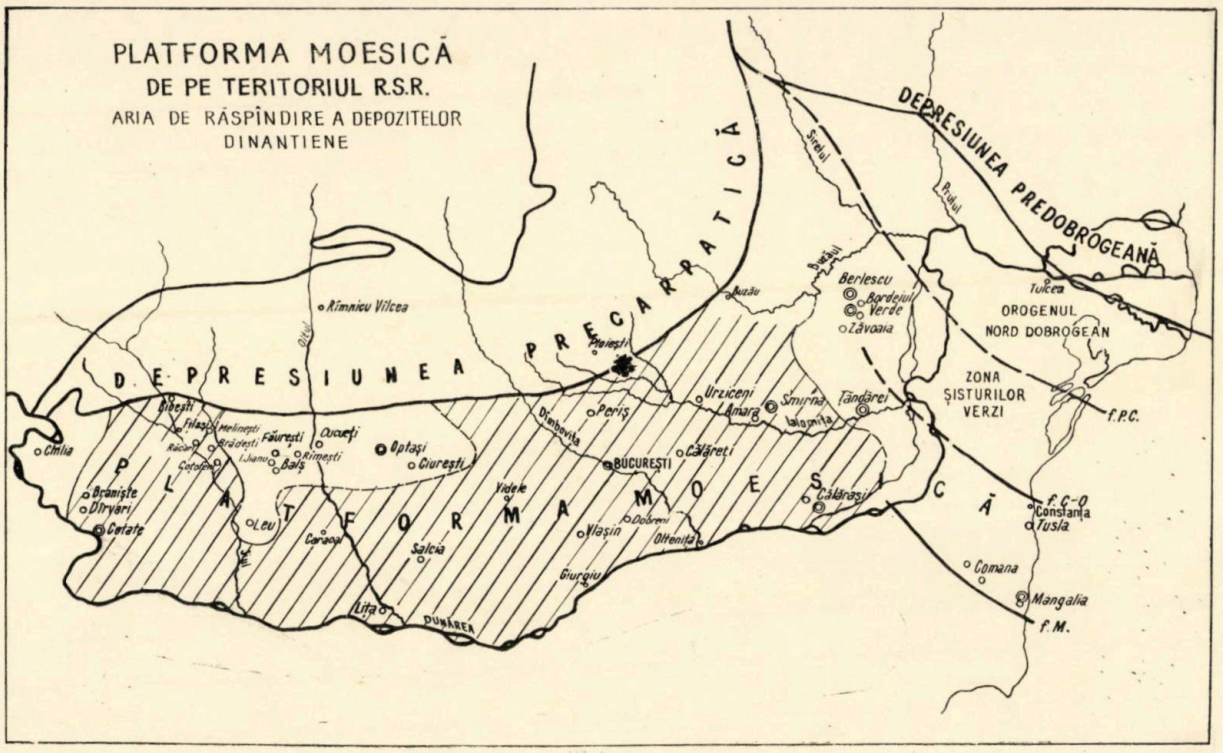



Fig. 7.

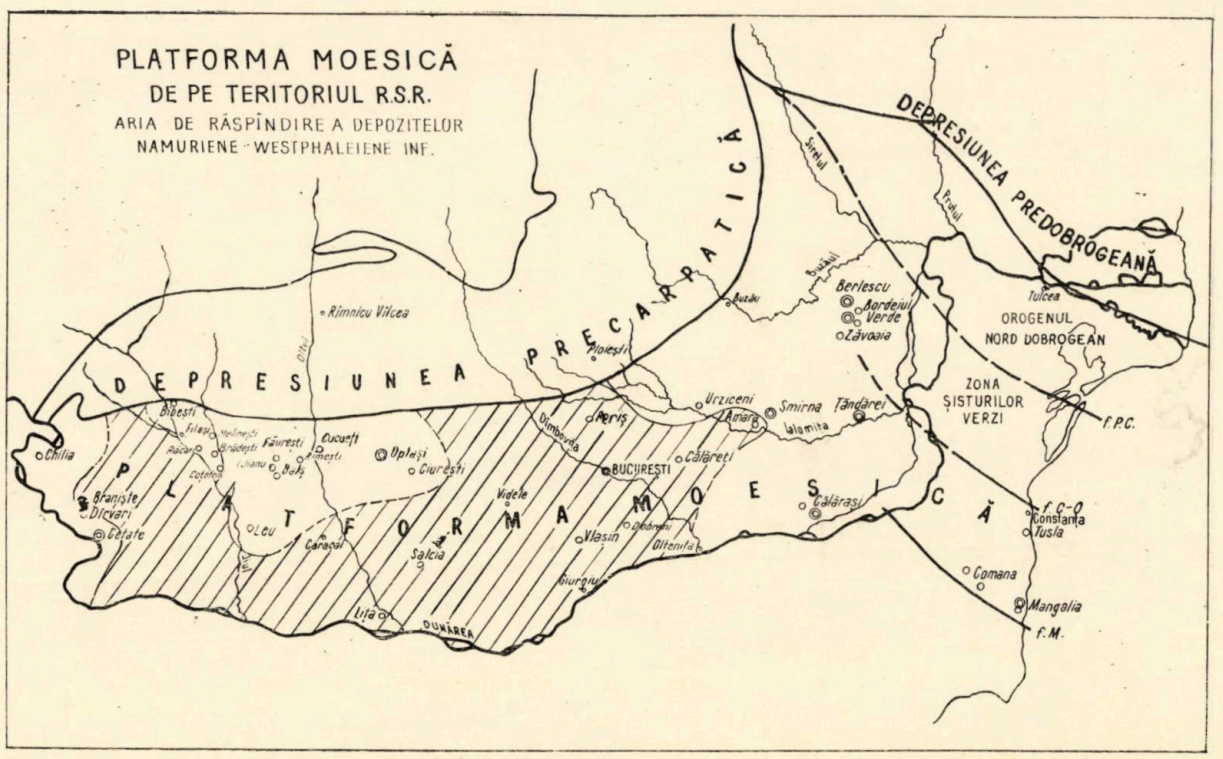



Fig. 8.

Berlescu, Ciureşti, Balş, Bibeşti şi Chilia, dinanţianul la Călăraşi, Zăvoaia (?), Smirna, Urziceni, Brădeşti, Cetate şi Dîrvari; namurianul la Periş, Vlaşin, Dobreni, Salcia, Liţa, Brădeşti, Răcari, Coţofeni, Braniţte şi westphalianul inferior la Amara şi Călăreţi.

Din repartiţia geografică actuală a formaţiunilor paleozoice reiese că în acest timp aria de sedimentare a avut o tendinţă generală de restrîngere de la zonele de actuală ridicare a ordovicianului şi silurianului, situate în bordura estică a unităţii (Bordeiul Verde-Tusla) şi cea nord-vestică (Optaşi-Cucuieţi-Balş-Făureşti-Leu), către zonele cu subsidenţă mai activă şi îndelungă din partea centrală sudică a unităţii, unde succesiunea sedimentară este mai completă. Ridicarea de silurian de la Leu, care reprezintă o prelungire a ridicării de la Balş, sugerează că aria de sedimentare postsiluriană era, eventual, formată din două golfuri largi, corespunzătoare actualelor depresiuni Băileşti în sud-vest şi Alexandria-Urziceni în sud-est, după terminologia adoptată de Barbu şi Vasilescu (1967). Pe datele existente este însă greu de precizat în ce măsură repartiţia geografică actuală a formaţiunilor antepermiene este rezultatul mişcărilor epigenetice din timpul paleozoicului sau al eroziunii posthercinice.

Ţinînd seama de înclinările mici pe care le prezintă în general formaţiunile paleozoice, este foarte probabil că mişcările orogenice principale din paleozoic, caledoniene şi hercinice, să se fi manifestat pe teritoriul românesc al platformei moesice mai mult sub forma unor slabe oscilaţii pe verticală, mai puternic resimţite pe zonele de ridicare a silurianului. Este deci posibil ca acestea să fi funcţionat ca zone emerse în timpul devonianului şi al carboniferului sau ca „high grounds" pe care s-a depus un sedimentar devonian ori carbonifer subţire, îndepărtat ulterior de eroziune.

Actuala arie de răspîndire a eodevonianului este cu puţin mai restrînsă decît cea a silurianului, aceasta lipsind la Tusla, două sonde de la Bordeiul Verde, de la Optaşi, Cucuieţi şi Făureşti.

Cu excepţia sectorului Ţăndărei, mesodevonianul şi neodevonianul în facies calcaros dolomitic apar în continuitate de sedimentare în aceleaşi sectoare în care este sau pare a fi prezent şi eodevonianul, adică la Mangalia, Comana, Călăraşi, Bordeiul Verde, Zăvoaia, Berlescu, Smirna, Urziceni, Periş (?), Ciureşti, Balş, Bibeşti, Chilia, Dîrvari.

Este destul de evident că de la sfîrşitul devonianului întreaga unitate prezintă o tendinţă de ridicare mai accentuată. Aria de răspîndire a dinanţianului în facies calcaros este mai restrînsă decît cea a meso- şi neodevonianului. Formaţiunile dinanţiene lipsesc din Dobrogea de sud, din sectorul estic Bordeiul Verde, Berlescu, Zăvoaia şi din sectorul vestic, nord-vestic la Ciureşti, Balş, Chilia.

Namurianul în facies terigen prezintă o arie de sedimentare şi mai redusă. Bazinul de sedimentare pare să fi luat forma a două largi golfuri corespunzătoare sectorului Periş, Călăraşi, Amara în est şi Răcari, Coţofeni, Braniţte spre vest care comunicau pe la sud de-a lunpul unui aliniament aproximativ vest Bucureşti-sud, Videle-Caracal-Leu.

În concluzie, din datele actuale reiese că în timpul westphalianului teritoriul românesc al platformei moesice era în mare parte exondat, prezenţa acestuia nefiind dovedită decît în sectorul Amara-Călăreţi.

## Concluzii

Cercetările palinologice efectuate asupra formaţiunilor paleozoice forate în platforma moesică dovedesc aplicabilitatea acestei noi metode în geologia petrolieră, contribuind la zonarea şi corelarea succesiunii sedimentare şi la descifrarea structurii de adîncime.

În largul interval stratigrafic luat în consideraţie s-au pus în evidenţă trăsăturile principale ale evoluţiei asociaţiilor palino-protistologice, realizîndu-se astfel o „scară biostratigrafică" de o reală utilitate practică la dirijarea lucrărilor de foraj. În stadiul actual de cunoaştere, studiul distribuţiei stratigrafice a celor peste 500 de tipuri determinate a permis separarea a zece biozone principale şi a cinci subzone, cuprinse între ordovician şi carbonifer. Aceste zone sînt net distincte, caracterizează segmentele stratigrafice cărora le corespund şi se corelează în cadru regional şi extraregional.

Pe baza experienţei acumulate pînă în prezent se poate aprecia că, dacă necesităţile economice vor impune cercetări viitoare asupra palinoprotistologiei paleozoicului din platforma moesică, acestea ar duce la noi progrese pe linia detalierii şi a măririi gradului de precizare a diagnozelor geocronologice şi a orizontărilor stratigrafice.

**BIBLIOGRAFIE ***


1. Balteş, N. şi Beju, D. Contribuţii palinologice la cunoaşterea stratigrafiei depozitelor forate în platforma moesică. Asoc. Geol. Carpato-Balcanică, Congr. V. (Bucureşti 1961), Com. St. **3**, nr.1, p. 49—63, 1963.
2. Barbu, C. şi Vasilescu, E. Tectonique du soubasement prémésozoique de la Plate-forme Moesique (territoiere roumain). Assoc. Geol. Carpato-Balkanique, Congr. VIII, (Beograd) 1967, **1**, p. 35—40.
3. Beju, D. Noi date palindogice referitoare la paleozoicul din Platforma Moesică (notă preliminară). Petrol şi gaze, **15**, nr. 9, p. 465—468.


* Pentru urmărirea distribuţiei stratigrafice şi geografice a asociaţiilor palinologice a fost necesară consultarea a circa 400 de publicaţi ide specialitate, care nu pot fi menţionate aici (D. Beju, op. cit., Petrol şi Gaze, 23, p. 714).
În lista de faţă sînt citate numai lucrările referitoare la paleozoicul de pe teritoriul românesc al platformei moesice.

4. Beju, D. Quelques spores, acritarches et chitinozoaries d'Age dévonien inferieur de la Plate-forme Moesienne (Roumanie) Rev. Palaeobotan, Palynol, **5**, nr. 1—4, p. 39—49.
5. Beju, D. New contributions to the palynology of Carboniferous strata from Romania. C.R. 6e Congr. Internat. Strat. Geol. Carbonif. (Sheffield 1967) **2**, p. 459—486.
6. Beju, D. Stadiul actual al cercetărilor palinologice referitoare la antecretacicul din România. Ed. Acad. R.S.R., Progrese în Palinologia Românească, 1971, p. 143—152.
7. Beju, D. şi Dăneţ, N. Chitirozoare siluriene din Platforma Moldovenească şi Platforma Moesică. Petrol şi gaze, **13**, 1962, nr. 12, p. 527—536.
8. Dăneţ, N. Microfaună carboniferă în forajul de la Călăraşi. Petrol şi gaze, **15**, 1964, nr. 11, p. 581—585.
9. Grigoraş, N. Asupra prezenţei silurianului în Dobrogea. Bul. Şt. Acad. R.P.R., Geol.-Geogr., **1**, 3/4, 1956.
10. Grigoraş, N. Geologia zăcămintelor de petrol şi gaze din R.P.R. Ed. tehnică, Bucureşti, 1961.
11. Grigoraş, N., Pătruţ, I. şi Popescu, M. Contribuţii la cunoaşterea evoluţiei geologice a platformei moesice de pe teritoriul R.P.R. Asoc. Geol. Carpato-Balcanică, Congr. V (Bucureşti 1961), Com. şt., **4**, 1963, p. 115—131.
12. Iordan, M. Consideraţii asupra paleozoicului inferior din forajul de la Mangalia pe baza studiului trilobiţilor şi tentaculiţilor (platforma moesică). D.S. Inst. Geol., **63**, 1967, nr. 1, p. 367—387.
13. Iordan, M. şi Rickards, B. Notă asupra graptoliţilor din platforma moesică. D.S. Inst. Geol., **62**, 1971, nr. 3, p. 5—19.
14. Murgeanu, G. şi Patrulius, D. Le Paléozoique de la Plate-forme Moesienne. Assoc. Geol. Carpato-Balkanique, Congr. VI (Varşovie 1963), Abstracts.
15. Murgeanu, G. şi Spassov, C. Les graptolites du forage Bordei Verde (Roumanie). Bulgarian Acad. Sci., Com. Geol. Bul. Geol. Inst., Ser. paleontol., **17**, 1968, p. 229—239.
16. Năstăseanu, N. Ostracodes paleozoiques de la Plate-forme Moesique. Assoc. Geol. Carpato-Balkanique, Congr. VIII, (Beograd 1967), nr. 1, p. 523—528.
17. Paraschiv, D. Le Paléozoique de Roumanie à la lumière des données de forage. 24 th Internat. Congr. Geol. (Montreal 1972, sub tipar).
18. Patrulius, D. Studiul stratigrafic al depozitelor mesozoice şi paleozoice traversate de forajul de la Cetate (partea de W a Cîmpiei Române). D.S. Inst. Geol., **49**, 1963, nr. 1, p. 81—91.
19. Patrulius, D. şi Neagu, T. Asupra prezenţei dinanţianului în fundamentul Cîmpiei Române (Masivul Moesic). Acad. R.P.R., St. cercet. geol., **8**, 1963, nr. 2, p. 195—200.
20. Patrulius, D., Iordan, M. şi Mirăuţă, E. Devonian of Romania. Internat. Symp. on the Devonian System (Calgary 1967), 1967, **2**, p. 127—134.
21. Patrulius, D. şi Iordan, M. Notă asupra prezenţei unor peşti placodermi în devonianul din platforma moesică. D.S. Inst. Geol., **54**, 1969, nr. 2, p. 17—24.
22. Patrulius, D. şi Iordan, M. O nouă contribuţie la inventarul placodermilor şi ostracodermilor (?) din devonianul platformei moesice. D. S. Inst. Geol., **55**, 1970, nr. 3, p. 181—185.
23. Pătruţ, I., Popescu, M., Teodorescu, C. şi Molnar, M. Contribuţii la cunoaşterea geologiei platformei moesice. Stratigrafie. Petrol şi gaze, **12**, 1961, nr. 11, p. 481—493.
24. Popescu, M., Pătruţ, I., Paraschiv, D. Molnar, M. Present stage of geological knowledge of the Moesic Platform, Roumania. Assoc. Geol. Carpato-Balcanique, Congr. VII, (Sofia 1965), **1**, p. 333—337.
25. Popescu, M., Pătruţ, I. şi Paraschiv, D. Studiul actual de cunoaştere geologică a Platformei Moesice de pe teritoriul României. Petrol şi gaze, **18**, 1967, nr. 1, p. 6—15.
26. Răileanu, G., Patrulius, D., Bleahu, M. şi Mirăuţă, O. Le Carbonifere des Carpates Roumaines et de l'Avant-pays Carpatique. C.R. 5-e Congr. Internat. Strat. Geol. Carbon. (Paris 1963), **2**, 1964, p. 723—729.
27. Răileanu, G., Semaka, A., Iordan, M. şi Dăneţ, N.A.M. Le Dévonien de la Dobrogea méridionale. Assoc. Geol. Carpato-Balcanique, Congr. VII (Sofia 1965), **1**, p. 11—15.
28. Răileanu, G. şi Semaka, A. Das Devon von Mangalia (Rumänien) und seine Flora. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **2**, 1966, p. 65—73.
29. Răileanu, G., Iordan, M., Dăneţ, M. N. şi Beju, D. Studiul Devonianului din forajul de la Mangalia. D. S. Inst. Geol., 1966, **52**, nr. 1, p. 323—339.
30. Răileanu, G., Iordan, M. şi Săndulescu, E. Consideraţii asupra paleozoicului inferior din zona Călăraşi. D. S. Inst. Geol., **53**, 1967, nr. 1, p. 419—426.
31. Răileanu, G., Patrulius, D., Mirăuţă, O. şi Bleahu, M. Stadiul actual al cunoştinţelor asupra paleozoicului din România. An. Com. Geol., **36**, 1968, p. 63—84.
32. Spassov, C. Division lithostratigraphique et correlation des sediments dévoniens de la Plate-forme Moésienne. Rev. Bulgarian Geol. Soc., **32**, 1971, nr. 2, p. 221—230.
33. Venkatachala, B. S. şi Beju, D. Asupra prezenţei devonianului în fundamentul zonei Călăraşi. Petrol şi gaze, **12**, 1961, nr. 11, p. 494—495.
34. Venkatachala, B. S. şi Beju, D. Asupra prezenţei carboniferului în fundamentul zonei Călăreţi. Petrol şi gaze, **13**, 1962, nr. 1, p. 145—151.
35. Venkatachala, B. S., Beju, D. şi Kar, R. K. Palynological evidence of the presence of the Lower Triassic in the Danubeau (Moesian) Platform, Romania. The Palaeobotanist, **16**, 1968, nr. 1, p. 29—37.
36. Venkatachala, B. S., Beju, D. şi Kar, R. K. Devonian microfossils from the Călăraşi zone of the Moesian Platform, Rumania. The Palaeobotanist, **17**, 1969, nr. 1, p. 65—67.
37. Venkatachala, B. S., Beju, D. şi Kar, R. K. Carboniferaus spores and pollen from the Călăreţi zone of the Moesian Platform, Romania. The Palaeobotanist, **17**, 1969, nr. 1, p. 68—79.

# Programe hidraulice
# Criteriul presiunii minime de pompare

**Gh. M. Ioneseu**

La forajul rotativ hidraulic, în timpul procesului de dislocare, sub acţiunea energiei mecanice transmise sapei (apăsare, turaţie) se formează o cantitate de detritus care trebuie îndepărtată. Continuitatea procesului în condiţii optime impune curăţirea rapidă a tălpii sondei, pentru evitarea resfărîmării detritusului format.

Dacă dislocarea rocii se face cu consum de energie mecanică, curăţirea tălpii se realizează cu consum de energie hidraulică, furnizată de fluidul de foraj ce trece prin duze calibrate montate la sapă. Mărimea acestei energii este, în principal, influenţată de următorii factori: tipul rocii, tipul şi proprietăţile fluidului de foraj, presiunea diferenţială din zona tălpii, tipul şi mărimea sapei, apăsarea pe sapă şi viteza de rotaţie a sapei.

Creşterea energiei hidraulice la sapă, pentru anumite condiţii date, duce la mărirea gradului de curăţire a tălpii şi permite, pentru acelaşi regim mecanic aplicat (apăsare, turaţie), creşterea vitezei de foraj pînă la o valoare la care se realizează o curăţire „perfectă" a tălpii, creşterea energiei hidraulice nemaiavînd apoi efect asupra mărimii vitezei de foraj. Există deci o corelare între energia mecanică şi energia hidraulică.

Necesitatea creşterii energiei hidraulice la sapă, în special odată cu folosirea unor apăsări din ce în ce mai mari, a impus căutarea unor metode care să permită întocmirea unor programe hidraulice.

După modul de întocmire, sînt cunoscute mai multe tipuri de programe care, în general, pot fi clasificate în două grupe.

— Programe hidraulice la a căror întocmire proiectarea are în vedere folosirea pompelor la puterea maximă, fără a se ţine seama de necesarul de putere hidraulică la sapă şi avînd la bază unul din criteriile:

1. Criteriul puterii hidraulice maxime la sapă.
2. Criteriul impactului hidraulic maxim.

— Programe hidraulice la a căror întocmire proiectarea are ca punct de plecare necesarul de putere hidraulică ce trebuie asigurat la sapă, avînd la bază:

3. Criteriul presiunii minime de pompare.

### 1. Criteriul puterii hidraulice maxime la sapă

După cum este cunoscut, acest criteriu presupune funcţionarea pompelor tot timpul, la presiunea maximă admisă de echipamentul stabilit. Pentru condiţiile date, se alege echipamentul cel mai mic care la numărul minim de curse permis, să realizeze debitul corespunzător vitezei ascensionale minime. Pentru debitul realizat la numărul maxim de curse duble pe minut, se montează duzele care să asigure în sapă o cădere de presiune de 67 % din presiunea de pompare şi 33 % în restul sistemului. Pe măsură ce sonda se adînceşte, căderile de presiune în sistemul de circulaţie fără sapă cresc. Pentru menţinerea condiţiei impuse de criteriu se reduce debitul, prin reducerea numărului de curse la pompă, astfel că, tot timpul, căderea de presiune în sapă să fie 67 % din presiunea de pompare.

De la o anumită adîncime, cînd se atinge valoarea debitului minim admis, raportul dintre căderile de presiune în sapă şi sistem impus de criteriu, nu mai poate fi realizat. În continuare alegerea duzelor se face în raport cu pierderile reale de presiune, fără respectarea criteriului.

### 2. Criteriul impactului hidraulic maxim

Ca şi în primul caz, pompele lucrează tot timpul la presiunea maximă admisă de echipamentul care se montează. Condiţia însă impusă de acest criteriu este ca în sapă să se consume 50 % din presiunea de pompare, iar restul de 50 % în sistemul de circulaţie fără sapă.

Criteriul permite ca la adîncimi mai mici să se aleagă echipamente la pompe mai mari. Pe măsură însă ce sonda se adînceşte, pentru respectarea condiţiei impuse de criteriu, se reduce debitul (reducerea numărului de curse la pompe, schimbarea echipamentului).

Se poate afirma că folosirea unuia dintre aceste criterii poate duce uneori la proiectarea unei puteri hidraulice la sapă mai mari decît cea necesară şi deci la un consum neraţional de energie.

De asemenea, se menţionează că, uneori, întocmirea programelor hidraulice prin unul

din cele două criterii se poate face pentru o anumită presiune de pompare impusă de operator.

### 3. Criteriul presiunii minime de pompare

Acest criteriu s-a impus din necesitatea asigurării la sapă a unei puteri hidraulice atît cît este necesară, pentru condițiile date, cu pompele lucrînd însă la presiunea cea mai mică posibilă.

Pentru folosirea criteriului trebuie însă să se determine experimentul sau să se estimeze din condițiile de foraj, pentru structura în cauză, puterea hidraulică necesară la sapă care să asigure curățirea „perfectă" a tălpii sondei. Trebuie apoi stabilite debitul și duzele care să realizeze această putere la o presiune minimă de pompare.

Rezolvarea se face, ca și în cazul celorlalte două criterii, prin metoda grafică [1, 2], utilizîndu-se coordonate dublu logaritmice.

Pentru eliminarea reprezentărilor grafice cunoscute, destul de greoaie, se propune o cale de rezolvare analitică pentru acest criteriu expusă în cele ce urmează.

După cum este cunoscut, presiunea de pompare se calculează cu relația :

$$p_p = \Delta p_{sis} + \Delta p_s \tag{1}$$

unde :

$$\Delta p_{sis} = (k_1 + k_2 l + k_3 L)\ \gamma\ Q^2 \tag{2}$$

Căderea de presiune în sapă, pentru o putere hidraulică impusă, se poate scrie sub forma :

$$\Delta p_s = k_4 D_s^2\ Nh_{s.sp}\ Q^{-1} \tag{3}$$

Astfel, pentru o situație dată, presiunea de pompare va fi :

$$p_p = k\gamma Q^2 + k_4 D_s^2 Nh_{s.sp}\ Q^{-1} \tag{4}$$

unde :

$$k = k_1 + k_2 l + k_3 L \tag{5}$$

Derivîndu-se relația (4) în raport cu debitul și egalîndu-se cu zero, rezultă debitul optim care asigură realizarea puterii hidraulice impuse, la o presiune minimă de pompare.

$$Q_{opt} = \left(\frac{k_4 D_s^2 Nh_{s.sp}}{2k\gamma}\right)^{1/3} \tag{6}$$

Înlocuindu-se debitul din relațiile (3) și (4) cu expresia pentru debitul optim dată de relația (6) și făcîndu-se raportul lor se obține :

$$p_p = 1{,}5\ \Delta p_s \tag{7}$$

Adică, pentru puterea hidraulică impusă, în cazul criteriului presiunii minime de pompare, distribuția presiunilor este :

$$\begin{aligned} \Delta p_s &= 0{,}67\ p_p \\ \Delta p_{sis} &= 0{,}33\ p_p \end{aligned} \tag{8}$$

Această distribuție este aceeași cu cea de la criteriul puterii hidraulice maxime la sapă. Deosebirea constă însă în aceea că aici presiunea de pompare nu mai este cea maximă admisă de echipament, ci o presiune care rezultă și este cea mai mică posibilă.

Adoptîndu-se unitățile de măsură folosite în practica de șantier, relațiile de calcul pentru întocmirea unui program hidraulic pe baza criteriului presiunii minime de pompare sînt :

$$Q_{opt} = \left[\frac{2{,}946\ D_s^2\ Nh_{s.sp}}{\gamma\ (k_1 + k_2 l + k_3 L)}\right]^{1/3} \tag{9}$$

$$\Delta p_s = 5{,}8875\ \frac{D_s^2 \cdot Nh_{s.sp}}{Q_{opt}} \tag{10}$$

$$p_p = 1{,}5\ \Delta p_s \tag{11}$$

$$S_d = 0{,}75\ Q_{opt}\left(\frac{\gamma}{\Delta p_s}\right)^{1/2} \tag{12}$$

$$V_j = 10\ \frac{Q_{opt}}{S_d} \tag{13}$$

Valorile coeficienților $k_1$, $k_2$, $k_3$, pentru diferite instalații și combinații prăjini — sapă, se găsesc tabelate în [2].

Pe baza relațiilor (9)—(13) s-au întocmit diagrame simple și ușor de folosit, de tipul celei prezentate în figura 1.

Pentru anumite condiții date, se alege diagrama corespunzătoare diametrului de sapă și prăjinilor respective. Puterea hidraulică specifică estimată a fi necesară la talpă se împarte la greutatea specifică a fluidului de foraj. Valoarea obținută se marchează pe ordonată, iar pe abscisă adîncimea. Pentru punctul de intersecție obținut prin trasarea de paralele la axele de coordonate din cele două puncte marcate anterior, se citește : debitul optim, combinația de duze, viteza jetului și presiunea de pompare la adîncimea considerată. În funcție de caracteristicile pompelor se determină apoi mărimea echipamentului și condițiile de lucru (număr de pompe, curse duble pe minut).

#### 3.1. *Observații*

La aplicarea acestui criteriu se pot întîmpina greutăți datorită inexistenței unei relații cantitative care să permită calcularea rapidă a

necesarului de putere hidraulică la talpă, pentru condiţiile date. Actualmente, aceasta poate fi estimată pe baza rezultatelor de foraj sau pe cale experimentală. Orientativ, se poate recomanda pentru puterea hidraulică specifică valori cuprinse între 3—5 CP/in², în funcţie de condiţiile date.

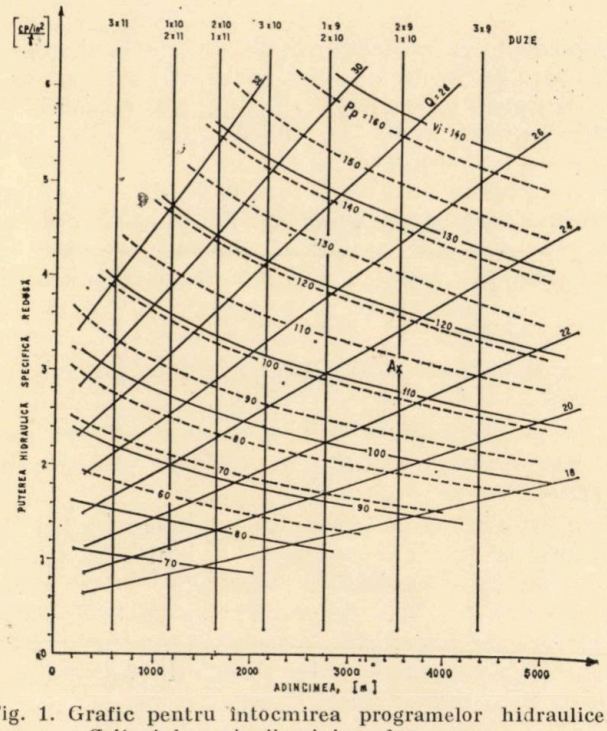



Fig. 1. Grafic pentru întocmirea programelor hidraulice. Criteriul presiunii minime de pompare.

Diametrul sapei: 244,5 mm; Prăjini de foraj: $5^1/_2$ in. API; $\delta$=9,17 mm; Prăjini grele: 7 in. × 200 m.

NOTAŢII:
$Q$ – debitul, l/s;
$p_p$ – presiunea de pompare redusă ($\gamma$=1); presiunea reală de pompare = $p_p \times \gamma$; kgf/cm²;
$V_j$ – viteza jetului, m/s;
$\gamma$ – greutatea specifică a fluidului de foraj, kgf/dm³;
Duze – număr × mm.

De asemenea, datorită condiţiei impuse de criteriu, cu creşterea adîncimii sondei este necesară reducerea atît a debitului, cît şi a diametrului duzelor. Aceasta duce la sapele cu diametru $D_s \leqslant 190$ mm, la necesitatea montării unor duze de diametru mai mic de 8 mm, care probabil rar să fie acceptate de operatori.

### 3.2. *Exemplu*

Pentru exemplificarea modului de folosire a diagramelor de tipul celei din figura 1, pentru întocmirea unui program hidraulic, se consideră următoarele date:

— instalaţia de foraj tip 3DH, cu pompe 2PN—800;

— diametrul sapei 244,5 mm;

— prăjini grele 7 in × 200 mm;

— prăjini foraj 5 1/2 in, A.P.I., I.E.U., $\delta$ = 9,17 mm;

— greutatea specifică a fluidului de foraj 1,3 kgf/dm³;

— puterea hidraulică specifică necesară de asigurat la talpă, pe intervalul 3 000—3 500 m, 4 CP/in².

Din diagramă, pentru punctul de coordonate A (3 500; 4/1,3), se citeşte:

$$Q_{opt} \cong 23 \text{ l/s};$$

$$\text{Duze} = 2 \times 9 \text{ mm} + 1 \times 10 \text{ mm};$$

$$V_j \cong 112 \text{ m/s};$$

$$p_p \cong 108 \times 1{,}3 = 140 \text{ kgf/cm}^2.$$

Conform caracteristicilor tehnice ale pompelor 2 PN—800 rezultă că, pentru realizarea debitului optim la presiunea de pompare estimată, este necesar o pompă echipată cu pistoane de 6 3/4 in, lucrînd cu circa 49 de curse duble pe minut (randament volumetric 0,85).

## 4. Concluzii

Întocmirea programelor hidraulice în condiţiile stabilite de criteriul presiunii minime de pompare se impune datorită realizării unui consum raţional de energie hidraulică.

În cazul acestui criteriu pompele nu sînt solicitate tot timpul la presiunea maximă a echipamentului care se montează, cum se întîmplă la celelalte criterii.

Pentru puterea hidraulică ce trebuie asigurată la talpă, determinată experimental sau estimată din analiza datelor de foraj, criteriul permite stabilirea debitului şi a combinaţiei de duze la sapă, care să conducă la o presiune minimă de pompare.

### NOTAŢII

$p_p$ — presiunea de pompare, kgf/cm²;
$\Delta p_{sis}$ — căderea de presiune în sistemul de circulaţie fără sapă, kgf/cm²;
$\Delta p_s$ — căderea de presiune în sapă, kgf/cm²;
$k_1, k_4$ — coeficienţii căderilor de presiune în instalaţia de suprafaţă respectiv în sapă;
$k_2$, $k_3$ — coeficientul căderilor de presiune totale (int. + ext.) în prăjinile grele, respectiv în prăjinile de foraj;
$l$ — lungimea prăjinilor grele, m;
$L$ — lungimea prăjinilor de foraj, m;
$\gamma$ — greutatea specifică a fluidului de foraj, kgf/dm³;
$Q$ — debitul de circulaţie, l/s;
$Nh_{s.sp}$ — puterea hidraulică specifică la sapă, CP/in²;
$D_s$ — diametrul sapei, in;
$S_d$ — aria secţiunii duzelor, cm²;
$V_j$ — viteza jetului, m/s.

### BIBLIOGRAFIE

1. Roy A. Bobo. Drill cheaper lower pump pressures. Oil Gas J., sept. 11, 1967.
2. Dravăţ, I., Erhan, A., Oprişan, N. şi Ormazu, L. Forajul cu jet. Ed. tehnică, Bucureşti, 1971.

# Analiza grafică a diagramelor de dinamometrare

P. Nicolae

Diagrama de dinamometrare (dinamograma) reprezintă o curbă închisă, care redă variaţia sarcinii la prăjina lustruită în funcţie de lungimea de cursă a unităţii de pompare. Dinamograma se înregistrează prin dinamometrare cu dinamometre hidraulice, mecanice, electrice sau electronice. În cazul dinamometrelor mecanice, sarcinile sînt preluate de inele metalice, elastice, sînt amplificate printr-un sistem de pîrghii şi după aceea înregistrate pe hîrtie cerată [1]. Valoarea sarcinilor se determină direct de pe dinamogramă, făcînd produsul dintre valoarea unitară a scării de sarcină cunoscute de la etalonarea aparaturii, în kgf/mm, şi înălţimea, în mm, de la linia de zero pînă la curbă sau linia sarcinilor.

Măsurînd sarcinile dinamice şi statice şi calculînd constantele elastice ale prăjinilor de pompare şi ale ţevilor de extracţie neancorate, cu ajutorul analizei grafice, se studiază corespondenţa dintre mişcarea prăjinei lustruite şi a pistonului [2, 3]. Corespondenţa dintre aceste mişcări, variaţia vitezei şi acceleraţiei prăjinii lustruite şi variaţia sarcinii în funcţie de timp se pot realiza utilizînd unda de timp înregistrată cu dinamometrul [5, 6, 12].

Pe baza analizei grafice se determină alungirea sau contracţia prăjinilor de pompare şi a ţevilor de extracţie, supracursa sau subcursa pistonului la cursa ascendentă şi descendentă, cursa reală a pistonului, forţele de frecare, valoarea corectă a echilibrării, sarcinile medii pe cursă, puterea la prăjina lustruită şi altele. Cu aceste date se fac aprecieri asupra modului de funcţionare a echipamentului, se precizează măsurile tehnologice ce trebuie luate pentru funcţionarea corectă a echipamentului sau chiar înlocuirea lui şi efectele măsurilor propuse.

## Dinamometrarea sondelor

Dinamometrul mecanic Johnson-Fagg (fig. 1) se montează pe prăjina lustruită, între punte şi clemă, cu ajutorul unei cleme suplimentare pentru prăjina lustruită.

Dinamograma se înregistrează pe hîrtie cerată, fixată la un tambur mobil, acţionat de rola aparatului printr-un sistem de reducere. Pentru înregistrarea timpului se montează la dinamometru o bară cu greutăţi, căreia i se dă un impuls la începutul cursei ascendente. Oscilaţia barei cu amplitudine micşorată în timp şi frecvenţă constantă se înregistrează pe dinamogramă. Bara oscilează fie cu 7,5 perioade /s (15 semiperioade /s), dacă greutăţile sînt aşezate în dreptul cifrelor 7,5, fie cu 10 perioade /s (20 semiperioade / s), dacă greutăţile sînt aşezate în dreptul cifrei 10.

La analiza grafică, în afara de dinamograma propriu-zisă şi de unda de timp, este necesar să se măsoare sarcinile statice, maxime şi minime, prin care se verifică etanşeitatea supapelor, a pistonului şi a ţevilor de extracţie [7, 8, 9, 11].

Cînd se verifică supapa mobilă se procedează astfel:

— se prelungeşte sau se deapănă de pe rolă sfoara dinamometrului şi se lasă peniţele pe hîrtia cerată;

— se opreşte unitatea de pompare la 2/3 din lungimea cursei ascendente cu ajutorul frînei;

— se înregistrează o semidreaptă pe dinamogramă trăgînd de sfoara aparatului (dacă există neetanşeitate, atunci apar mai multe semidrepte paralele către valori de sarcină mai mici, prin manevrarea sforii).

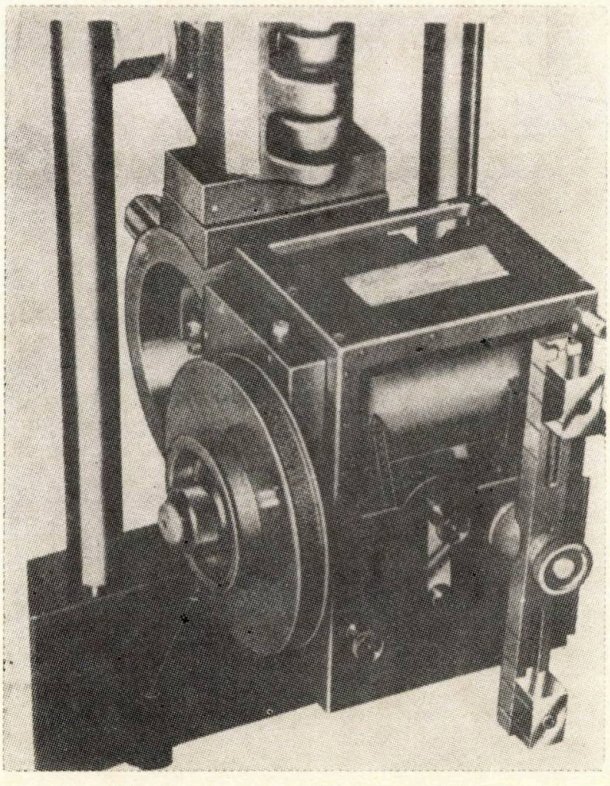


Fig. 1. Dinamometrul Johnson-Fagg

În același mod se procedează și la verificarea supapei fixe, cu singura deosebire că, unitatea de pompare se oprește la 2/3 din cursa descendentă, iar liniile de neetanșeitate se îndepărtează în sensul creșterii sarcinilor.

Dacă unitatea de pompare se oprește cu frîna la 1/2 din lungimea cursei, se poate înregistra valoarea echilibrării, eliberînd frîna și trăgînd de sfoara aparatului, dacă sonda este echilibrată, deoarece în acest caz garnitura de prăjini de pompare rămîne imobilă. În caz contrar este necesară montarea unei cleme suplimentare pentru prăjina lustruită deasupra presgarniturii și folosirea unui lanț care să imobilizeze garnitura de prăjini de pompare.

O dinamogramă completă cu toate aceste date este redată în figura 2.

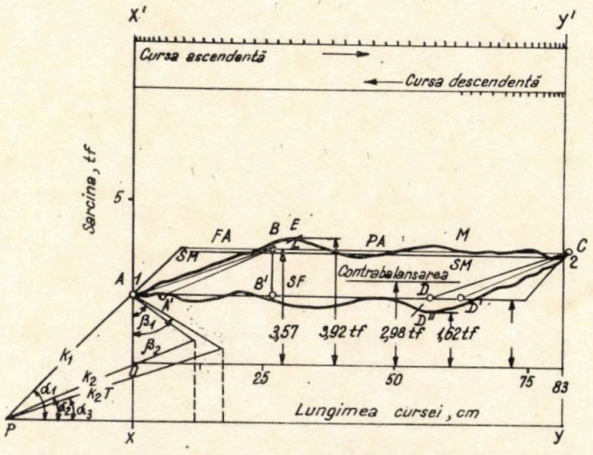



Fig. 2. Analiza grafică a dinamogramei efectuată la sonda 666 Cîmpina.

## Relații de calcul pentru analiza grafică

Pentru a efectua analiza grafică a dinamogramelor se impune determinarea prealabilă a unor mărimi pe baza caracteristicilor mecanice și dimensionale ale prăjinilor de pompare, ale țevilor de extracție și ale parametrilor de pompare [4,10]. Denumirea acestor parametri și relațiile lor de calcul sînt incluse în anexa 1. Valoarea constantelor C, $C_1$, $C_3$ și $C_4$ este prezentată în tabelele 1 și 2.

În tabela 3 sînt redate principalele date sintetizate folosite la analiza grafică a dinamogramelor [2].

## Etapele construcției grafice

Datele obținute din calculele anterioare și cele măsurate efectiv la sonde se folosesc la construcția grafică, luîndu-se în considerare scările exacte ale dinamometrului. Etapele acestei construcții se vor urmări pe dinamograma luată de la sonda 666 (fig. 2) iar succesiunea lor este următoarea :

TABELA 1

**Caracteristicile prăjinilor de pompare**

| PRĂJINI DE POMPARE | | | | CONSTANTE | |
|---|---|---|---|---|---|
| diametrul | | secțiunea | greutatea unitară, | C, | $C_1$, |
| în | mm | $cm^2$ | kgf/m | 1/m | kgf |
| 5/8 | 16 | 2,00 | 1,75 | $2{,}08.10^{-7}$ | $4{,}200.10^{-6}$ |
| 3/4 | 19 | 2,82 | 2,42 | $2{,}05.10^{-7}$ | $5{,}924.10^{-6}$ |
| 7/8 | 22 | 3,78 | 3,22 | $2{,}03.10^{-7}$ | $7{,}938.10^{-6}$ |
| 1,0 | 25 | 4,91 | 4,16 | $2{,}03.10^{-7}$ | $10{,}311.10^{-6}$ |
| 11/8 | 28 | 6,15 | 5,25 | $2{,}03.10^{-7}$ | $12{,}915.10^{-6}$ |

**Caracteristicile țevilor de extracție**

| ȚEVI DE EXTRACȚIE | | | | CONSTANTE | |
|---|---|---|---|---|---|
| diametrul | | secțiunea, | greutatea unitară, | C | $C_1$, |
| în | mm | $cm^2$ | kgf/m | | kgf |
| 2 | 60,3 | 8,687 | 7/8 | — | $18{,}27.10^{-6}$ |
| 2 ½ | 73,0 | 11,663 | 9,5/10,9 | — | $24{,}57.10^{-6}$ |
| 3 | 88,9 | 16,827 | 13,7/15,7 | — | $35{,}28.10^{-6}$ |
| 3 ½ | 101,6 | 19,420 | 15,9/18,1 | — | $40{,}74.10^{-6}$ |
| 4 | 114,3 | 23,59 | 19,5/22,2 | — | $49{,}56.10^{-6}$ |

1) Se copiază pe o coloană de hîrtie dinamograma completă, cu linia de zero, linia trasată la verificarea supapei mobile (*SM*), linia trasată la verificarea supapei fixe (*SF*) și intersecțiile semiundelor de timp cu o semidreaptă orizontală (*X' Y'*) pentru fiecare cursă în parte. Analiza grafică se poate face față de linia SM sau de o linie paralelă cu aceasta, înspre valori mai mari ale sarcinilor, care să includă și forța de frecare a pistonului la cursa ascendentă.

2) Se reprezintă în ordonată valorile sarcinilor (la calibrarea aparatelor s-a dat factorul de scară în ordonată în kgf/mm pentru cele două tipuri de inele și diferite sarcini maxime, medii și minime, și s-au notat pe capacul cutiei dinamometrului), iar în abscisă lungimea de cursă a unității de pompare la scară (pentru trei rapoarte de reducere 1 :9 ; 1 :18 și 1 :27 obținute prin utilizarea rolelor cu diametrele : mic, mediu și mare) ;

3) Se trasează tangentele *XX'* și *YY'* la extremitățile dinamogramelor perpendicular pe linia de zero, punctele de tangentă cu dinamograma fiind notate cu 1 și 2.

4) Se prelungesc liniile *SM* (sau *BC*) și *SF* pînă intersectează verticalele *XX'* și *YY'*.

5) Se alege polul *P* la o distanță de 25 sau 50 cm (reprezentată la scara orizontală a dinamogramei), obținut prin prelungirea liniei de

TABELA 2

**Scările de măsură ale dinamometrelor din dotarea I.C.P.T.G. şi valoarea constantelor $C_3$ $C_4$**

| Inelul de sarcină | Scara pe verticală, Sv. kgf/ mm | Scara orizontală, So. mm/mm. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 : 9 | | 1 : 18 | | 1 :27 | |
| | | $C_3$ = So/Sv | $C_4$ = So. Sv. | $C_3$ = So/Sv | $C_4$ = So. Sv | $C_3$ = So/Sv | $C_4$ = So. Sv |
| Inel mare 40—715 | 138,36 | 0,06505 | 1245,24 | 0,13009 | 2490,48 | 0,19514 | 3735,72 |
| | 205,32 | 0,04838 | 1847,88 | 0,08767 | 3695,76 | 0,13150 | 5543,64 |
| | 271,38 | 0,03316 | 2442,42 | 006633 | 4884,84 | 0,09949 | 7327,26 |
| Inel mic 24—721 | 96,41 | 0,09335 | 867,69 | 0,18670 | 1735,38 | 0,28005 | 2603,07 |
| | 141,49 | 0,06261 | 1273,41 | 0,12722 | 2546,82 | 0,19083 | 3820,23 |
| | 187,47 | 0,04801 | 1687,23 | 0,09602 | 3374,46 | 0,14403 | 5061,69 |
| Inel mare 40—729 | 140,60 | 0,06401 | 1265,45 | 0,12802 | 2530,80 | 0,19203 | 3796,20 |
| | 208,89 | 0,04308 | 1880,10 | 0,08616 | 3760,20 | 0,12924 | 5640,30 |
| | 277,63 | 0,03242 | 2498,67 | 0,06483 | 4997,34 | 0,09725 | 7496,01 |
| Inel mic 24—728 | 96,86 | 0,09292 | 821,74 | 0,18583 | 1743,48 | 0,27975 | 2615,22 |
| | 144,17 | 0,06243 | 1297,53 | 0,12485 | 2595,06 | 0,18728 | 3892,59 |
| | 191,04 | 0,04711 | 1719,36 | 0,09422 | 3438,72 | 0,14133 | 5158,08 |

TABELA 3

**Datele calculate pentru analiza grafică sonda 666**

| Prăjini de pompare sau ţevi de extracţie | | $L^2$, $m^2$ | Greutatea prăjinilor de pompare, kgf | Alungirea statică, dm | Constanta elastică $k$, kgf/dm. | $\frac{So}{Sv}$ $\frac{mm^2}{kg.f.}$ | Constantele, $k_1$, $k_2$, $k_{2T}$ kgf/dm | Tangenta unghiurilor de trasare | Valoarea unghiurilor Grad, minut | $\frac{1000}{K}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| diametrul în. | lungimea m | | | | | | | | | |
| 7/8 | 270 | 72 900 | 870 | 0,148 | 2940 | | 2410 : 1,508=1600 | 1,025 | 45°43′ | 0,339 |
| | | | | 0,525 | | 9 / 14 060 | 1000 : 1,424=700 | 0,448 | 24°8′ | |
| 3/4 | 637 | 405 769 | 1540 | 0,835 | 928 | | 1000 : 1,796=557 | 0,358 | 19°42′ | 1,095 |
| Total | 907 | | 2410 | 1,508 | | | | | | |
| Flotabilitatea | | | 262 | Greutatea lichidului calculată | | | 1210 kgf | | | |
| Greutatea prăjinilor în lichid | | | 2147 | Greutatea lichidului măsurată | | | 1250 kgf | | | |
| $2^1/_2$ | 911 | 829.921 | — | — | 2690 | — | — | — | — | 0,372 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1,796 |

$X_R = 0{,}505$; $Y_R = 547$; $tg\beta_1 = 0{,}694$; $\beta_1 = 34°46'$.

$X_T = 0{,}694$; $Y_T = 630$; $tg\beta_2 = 0{,}572$; $\beta_2 = 29°46'$.

$$\frac{\pi}{2\omega} = \frac{15}{F} = \frac{3{,}14}{2.9{,}16} = 0{,}171 \text{ s} \cdot ; \quad l_c = \frac{900}{8{,}2} = 109{,}5 \ \frac{\text{linii}}{\text{ciclu}};$$

$$F = \frac{108}{1{,}508} = 87{,}5 \text{ s}^{-1}; \quad \omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3{,}14.87{,}5}{30} = 9{,}16 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$l_t = \frac{225}{87{,}5} = 2{,}57 \ \frac{\text{linii}}{\text{sfert de perioadă.}}; \quad O_{ap} = \frac{F}{n} = \frac{87{,}5}{8{,}2} = 10{,}65$$

zero la stînga lui $XX'$, pentru trasarea constantei elastice.

6) Linia $X'Y'$ se împarte în segmente de timp, numărîndu-se semiperioadele undei de timp corespunzătoare sfertului de perioadă a oscilaţiilor libere separat pentru cursa ascendentă şi descendentă, începînd cu un punct principal al dinamogramei (sarcină maximă, sarcina minimă, punctul de intersecţie al constantei cu dinamograma).

7) Se determină constantele $K_1$, $K_2$ şi $K_{2T}$ cu ecuaţiile (3), (4) şi (5).

8) Se reprezintă constantele $K_1$, $K_2$ şi $K_{2T}$ pe grafic din punctul $P$, fie sub unghiurile $\alpha_1$ $\alpha_2$ şi

$\alpha_3$, fie luînd pe scara verticală trei puncte obținute prin multiplicarea valorilor constantelor elastice cu distanțe $XP$ în dm și unind apoi aceste puncte cu polul $P$. Uneori cu una dintre metode se poate face verificarea trasării constantelor elastice după cealaltă metodă.

9) Din punctele care reprezintă sferturile de perioade ale oscilației barei de timp, situate pe dreapta $X'Y'$, se coboară verticale pînă intersectează dinamograma; dacă două-trei puncte luate din două în două, cu sarcina dinamică nulă, sînt coliniare, atunci prin ele se trasează o semidreaptă $FA$, paralelă cu linia $SM$. În caz contrar analiza se face față de linia $SM$. Poziția aproximativă a liniei $FA$ se verifică, calculîndu-se sarcinile dinamice în diferite puncte și adunînd valorile obținute la sarcina reprezentată de linia $FA$. Dacă această sumă corespunde cu dinamograma, atunci poziția este corectă. Analiza grafică se realizează uneori față de această semidreaptă $FA$. Erorile sînt foarte mici dacă analiza se face față de linia $SM$ [2].

10) Se duc tangente la conturul diagramei la cursa ascendentă și descendentă, paralele cu linia $K_1$. Linia $K_1$ intersectează linia $SF$ în punctul $A$ la cursa ascendentă și linia SM (sau $FA$) în punctul $C$ la cursa descendentă.

11) Se trasează din punctele $A$ și $C$ linii paralele la $K_{2T}$ pînă intersectează linia $SM$ (sau $FA$) în punctul $B$ și linia $SF$ în punctul $D$.

12) Se trasează din punctele $B$ și $C$ cîte o paralelă la $K_2$ care intersectează linia $SF$ în punctul $A'$ și respectiv în $D'$.

Pe baza construcției grafice se poate analiza funcționarea echipamentului.

## Analiza dinamogramelor

### *Ciclul de pompare*

Analiza ciclului de pompare se va face pe baza dinamogramei din figura 2. Cînd pistonul se deplasează în jos, garnitura de prăjini de pompare nu este supusă la sarcina fluidului, dar înmagazinează încontinuu energie. La sfîrșitul cursei descendente această energie înmagazinată este eliberată și se exercită ca o sarcină suplimentară (inerție), producînd o alungire dinamică a prăjinilor de pompare [9,10], mai mare decît alungirea lor statică. Supracursa este dată de distanța de la $A$ la $XX'$. Pistonul rămîne în punctul $A$, cu toate că prăjina lustruită începe cursa ascendentă.

În timpul cursei ascendente, greutatea lichidului se exercită asupra pistonului, mărind sarcina din garnitura de prăjini de pompare. Ele se alungesc, iar țevile de extracție, neancorate, se contractă (își reduc din alungire). În momentul în care are loc transferarea sarcinii, prăjina lustruită continuă să se deplaseze în sus, dar pistonul rămîne în punctul $A$, pînă cînd prăjinile s-au alungit, iar țevile de extracție s-au contractat suficient, pentru preluarea sarcinii fluidului. În acest timp, prăjina lustruită este în punctul $B$. Alungirea țevilor de extracție este măsurată de la $A$ la $A'$, iar a prăjinilor de la $A'$ la $B'$.

Transmiterea sarcinii fluidului la prăjina lustruită se face în timp, astfel că ea ajunge în punctul $L$ după înregistrarea sarcinii maxime. Viteza pistonului depășește uneori viteza prăjinei lustruite, datorită forței de inerție din prăjini și sarcinii fluidului. Sarcina la prăjina lustruită scade sub linia $BC$ în punctul $M$. Atunci cînd se termină cursa ascendentă, forța de inerție a prăjinilor determină creșterea cursei pistonului, marcată prin distanța de la $YY'$ la $C$. Supracursa totală se obține prin însumarea supracurselor de la sfîrșitul fiecărei curse. Pistonul s-a deplasat de la $A$ la $D$, iar prăjina lustruită de la $XX'$ la $XY'$. Pistonul va rămîne la $D$ pînă cînd sarcina fluidului se transferă pe țevile de extracție. În acest timp țevile de extracție se vor alungi, iar prăjinile se vor contracta cu valorile anterioare.

### *Constantele elastice*

Constantele elastice ale garniturilor de prăjini de pompare și țevi de extracție joacă un rol important în determinarea sarcinii care acționează asupra pistonului, a poziției acestuia și a valorii lucrului mecanic [2,3].

Forțele de inerție și de oscilație condiționează alungirea prăjinilor de pompare după constanta elastică, $K_1$, iar greutatea fluidului condiționează alungirea prăjinilor de pompare după constanta dinamică, $K_2$.

Pentru trasarea constantelor se alege polul $P$ la 250 mm în stînga axei $XX'$ și sub unghiurile: $\alpha_1 = 45°43'$; $\alpha_2 = 28°8'$ și $\alpha_3 = 19°42'$, formate de liniile constantelor și linia de zero, se transcriu pe grafic cele trei constante elastice $K_1$, $K_2$ și $K_{2T}$. Descărcarea prăjinilor de greutatea fluidului este simbolizată prin valoarea unghiurilor $\beta_1$ și $\beta_2$ dintre liniile constantelor elastice $K_1$ și $K_2$, respectiv $K_1$ și $K_{2T}$.

Deseori este posibil ca energia obținută prin alungirea dinamică a prăjinilor să se transforme în energie înmagazinată de prăjinile de pompare și țevile de extracție.

### *Datele evaluate prin analiza grafică*

1. Poziția inferioară a pistonului în pompă se găsește în punctul de intersecție $A$ a liniei constantei elastice $K_1$ cu linia $SF$, care reprezintă greutatea garniturii de prăjini de pompare în lichid.

Punctul de tangență a liniei $K_1$ cu graficul (poziția prăjinii lustruite) se află la circa 10 mm de la începutul cursei ascendente, iar punctul $A$ pe axa XX' (fig. 2).

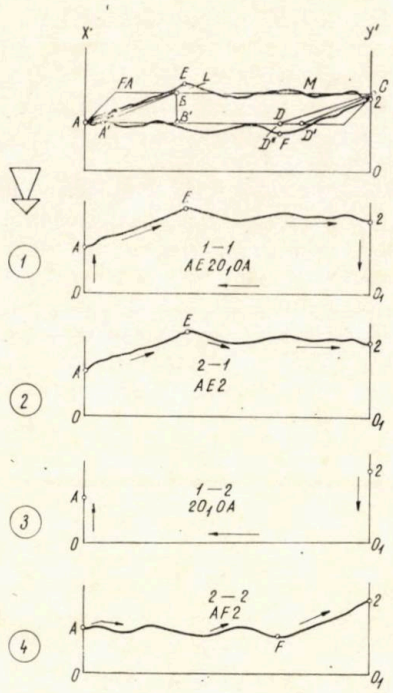



Fig. 3. Etapele succesive ale planimetrării dinamogramei de suprafaţă

TABELA 4

**Datele obţinute prin planimetrarea dinamogramei de suprafaţă şi cele calculate**

| Cursa ascendentă | | | | Cursa descendentă | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| traseu planimetrat. | citiri planimetru | | | traseu planimetrat | citiri planimetru | | |
| | I | II | III | | I | II | III |
| 1—2 | 4490 | 4440 | 4530 | 2—2 | 4210 | 4150 | 4210 |
| 1—1 | 2180 | 2210 | 2270 | 2—1 | 2820 | 2750 | 2800 |
| Diferenţa (1—2)—(1—1) | 2230 | 2230 | 2260 | Diferenţa (2—2)—(2—1) | 1390 | 1400 | 1410 |
| Media diferenţelor $Ma$ = 2267 mm² | | | | Media diferenţelor $Md$=1400 mm² | | | |

$C_4 = 1406{,}9 = 1265{,}45$ kgf mm/mm².

$$La = \frac{Ma.C_4}{1000} = \frac{2267.1265{,}5}{1000} = 2870 \text{ kfm};$$

$$Ld = \frac{Md.C_4}{1000} = \frac{1400.1265{,}5}{1000} = 1170 \text{ kgfm}.$$

$L_c = La - Ld = 2870 - 1770 = 1100$ kgfm.;

$La + Ld = 2870 + 1770 = 4640$ kgfm.

$$Pma = \frac{La}{s} = \frac{2870}{0{,}83} = 3460 \text{ kgf}$$

$$Pmd = \frac{Ld}{s} = \frac{1170}{0{,}83} = 2135 \text{ kgf}.$$

$$E_0 = \frac{La + Ld}{2s} = \frac{4640}{20{,}83} = 2800 \text{ kgf}.$$

2. Poziţia superioară a pistonului în pompă se găseşte în punctul de intersecţie $D$ a unei linii trasate din punctul $C$, paralela la $K_2$, cu linia $SF$, de greutate a garniturii de prăjini de pompare în lichid.

Punctul $C$ se află la 1 cm, iar $D$ la 26 cm din cursa descendentă.

3. Cursa netă a pistonului. Pistonul s-a deplasat ascendent pe distanţa $AD' = 638$ mm, dar pe distanţa $DD' = 63$ mm s-a deplasat împreună cu ţevile de extracţie. Rămîne o cursă netă $A' = D' = AD = BC = AD' - DD' = 638 - 63 = 575$ mm.

4. Lucrul mecanic al ciclului de pompare se determină prin planimetrarea dinamogramei şi efectuarea unor calcule.

Etapele planimetrării sînt indicate în figura 3, iar calculele aferente sînt incluse în tabela 4.

5. Puterea necesară la prăjina lustruită şi la piston se calculează folosind lucrul mecanic cunoscut, numărul de curse /min al unităţii de pompare şi un factor dimensional.

6. Forţele de frecare în echipamentul de fund se determină pe baza planimetrărilor arătate în figura 4 şi a calculelor aferente redate în tabela 5.

7. Presiunea la intrarea în pompă, Pip, şi nivelul dinamic Nd, se determină cunoscîndu-se presiunea

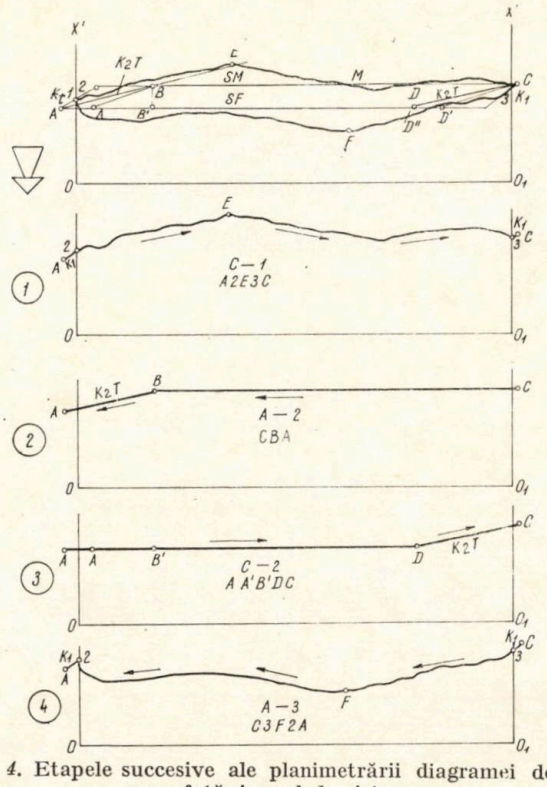



*Fig. 4.* Etapele succesive ale planimetrării diagramei de la suprafaţă şi cea de la piston.

coloanei de lichid din ţevile de extracţie, $Ph$, presiunea diferenţială dintre capetele pistonului, $P$, presiunea de la capul ţevilor de extracţie, $Pt$,

TABELA 5

**Valorile obţinute prin planimetrare şi calculele aferente**

| Frecarea la cursa ascendentă | | | | Lucrul mecanic la piston | | | | Frecarea la cursa descendentă. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| traseul planimetrat | citiri planimetru | | | traseul planimetrat | citiri planimetru | | | traseul planimetrat | citiri planimetru | | |
| | I | II | III | | I | II | III | | I | II | III |
| A−2 | 4110 | 4090 | 4080 | C−1 | 4520 | 4500 | 4490 | A−3 | 4240 | 4230 | 4200 |
| A−1* | 4000 | 4000 | 4000 | C−2 | 3890 | 3860 | 3840 | A−2 | 4110 | 4090 | 4080 |
| Diferenţa (A−2)−(A−1) | 110 | 90 | 80 | Diferenţa (C−1)−(C−2) | 630 | 640 | 650 | Diferenţa (A−3)−(A−2) | 130 | 140 | 120 |
| Media diferenţelor mA | 93 mm² | | | Media diferenţelor mc | 640mm² | | | Media diferenţelor mD | 130 mm² | | |

**Modul de calcul:**

$$Lfa = \frac{mA.C_4}{1000} = 117{,}5 \text{ kgf. m}$$

$$Lfd = \frac{mD.C_4}{1000} = 164{,}5 \text{ kgf. m}$$

$$Lp = \frac{mc.C_4}{1000} = 810 \text{ kgf. m}$$

$L_T = Lfa + Lfd + Lfp = 1092$ kgf. m. (faţă de 1100 kgf. m ceea ce indică o planimetrare corectă)

A−1 este valoarea citită pe planimetru înainte de a face planimetrările traseelor indicate.

secţiunea pistonului $Sp$ şi greutatea lichidului obţinută prin analiza grafică $P_{la}$.

$$P_{la} = S_p (P_h + P_t - P_{ip})$$

$$P = P_h + P_t - P_{ip} = \frac{P_{la}}{S_p} = \frac{1\,034}{15{,}55} = 66{,}5 \text{ kgf/cm}^2$$

$$P_{ip} = P_h + P_t - P = 78 + 1{,}5 - 66{,}5 =$$

$$= 13 \text{ kgf/cm}^2.$$

Pentru aflarea nivelului dinamic trebuie calculată greutatea lichidului $P_{lc}$.

$$N_d = H \frac{P_{la}}{P_{lc}} = 911 \frac{1\,034}{1\,210} = 780 \text{ m}$$

Submergenţa dinamică $Sd = H - N_d = 911 - 780 = 131$ m

În afară de metoda prezentată se mai cunosc şi alte metode pentru estimarea presiunii şi a indicilor de productivitate [7, 8, 11], care nu fac obiectul prezentei lucrări.

8. Variaţia timpului se obţine prin înregistrarea undei de timp. Datele obţinute se folosesc la: studierea forţelor oscilatorii din garnitura de prăjini de pompare (2,57 linii de timp corespund sfertului de perioadă în figura 2), determinarea poziţiei liniei $FA$, obţinerea dinamogramei de la pompa [10], studiul cinematic al unităţilor de pompare [5, 6, 12].

9. Supracursa se măsoară separat pentru cursa ascendentă $A - XX' = 0$ şi pentru cursa descendentă, $C - YY' = 1$ cm, dacă punctul $A$ se găseşte în stînga ordonatei $XX'$, iar $C$ în dreapta ordonatei $YY'$. Dacă punctul $A$ se găseşte în dreapta ordonatei $XX'$, iar $C$ în stînga ordonatei $YY'$, distanţele de mai sus reprezintă subcurse.

10. Alungirea prăjinilor de pompare este dată de distanţa $A'B'$, iar alungirea ţevilor de extracţie de distanţa $DD'$ $A'B' = 22{,}6$ cm; $DD' = 5{,}8$ cm.

**Dinamograme analizate grafic.**
**Sonda 769 Slănic (tabelele 6, 7, 8 şi fig. 5)**

Linia de greutate a prăjinilor de pompare ($SF$) este înregistrată la 2 680 kgf, valoare foarte apropiată de cea calculată, 2 610 kgf. Suma dintre greutatea prăjinilor de pompare şi a lichidului ($SM$) este 3 660 kg. Diferenţa dintre greutatea prăjinilor şi a lichidului şi greutatea prăjinilor reprezintă greutatea lichidului sau sarcina de pe piston de 980 kgf.

**Exemplu de dinamograme analizate**

Datele sondei 769 SLĂNIC

| | |
|---|---|
| Unitate de pompare : | Vulcan 9 × 3000. |
| Motor electric : | 27 kW. |
| Diametrul şi lungimea prăjinilor de pompare : | 3/4 in=808 m ; 7/8 in= 326 m |
| Pompa de extracţie : | Pompă cu garnituri manşete elastice 2 ½×1 ½in. |
| Ţevi de extracţie : | 2 ½in. |
| Debitul extras : | 14,0 m³/zi 98% 0,2t/zi. |
| Lungimea cursei : | 2,5 m. |
| Număr de curse/minut : | 7,5 curse/minut : |
| Scările de înregistrare ; | $S_0$=1 :18 ;Sv= 140,6 kgf/mm |

TABELA 6

**Datele calculate pentru analiza grafică**

| Prăjini pompare sau ţevi de extracţie | | $L^2$, m² | Greutatea prăjinilor, kgf | Alungirea statică, dm | Constanta elastică, kgf dm | $\frac{So}{Sv}$ | Constantele $K_1$, $K_2$, $K_2T$, kgf/dm. | Tangenta unghiurilor de trasare | Valoarea unghiurilor | $\frac{1000}{K}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| diametrul, in | lungimea, m | | | | | | | | | |
| 7/8 | 326 | 106 276 | 1050 | 1,34 | 2,438 | | 1270 | 1,625 | 58°24′ | 0,41 |
| | | | | 0,804 | | 18 | 565 | 0,725 | 35°56′30′, | |
| 3/4 | 808 | 652 864 | 1950 | 0,216 | 735 | 14 060 | 448 | 0,574 | 29°50′ | 1,36 |
| Total | 1134 | | 3000 | 2,360 | | | | | | 1,77 |
| Flotabilitatea | | | 390 | Greutatea lichidului calculată 1320 kgf. | | | | | | |
| Greutatea prăjinilor în lichid | | | 2610 | Greutatea prăjinilor măsurate 2680 kgf. | | | | | | |
| 2 ½ | 1134 | | | | 2150 | | | | | 0,46 |
| Total | | | | | | | | | | 2,23 |

$\Delta l_{3/4} = 2{,}05.10^{-7}$ ; $l^2_{3/4} = 2{,}05.10^{-7}.\ 808^2 = 1{,}34$ dm.

$\Delta l_{7/8} = 2{,}03.10^{-7}$ ; $l^2_{7/8} = 203.10^{-7}.\ 326^2 = 0{,}216$ dm

$$\Delta l'_{7/8} = \frac{P_{p^{3/4}}}{K_{7/8}} = \frac{1950}{2438} = 0{,}804 \text{ dm.}$$

$$K_{3/4} = \frac{5{,}924.10^6}{l_{3/4}} = \frac{5{,}924.10^6}{8080} = 735 \frac{\text{kgf.}}{\text{dm.}}$$

$$K_{7/8} = \frac{7{,}938.10^6}{l_{7/8}} = \frac{7{,}938.10^6}{3260} = 2438 \frac{\text{kgf.}}{\text{dm.}}$$

$$K_{2\,1/2} = \frac{24{,}56.10^6}{l} = \frac{24{,}56.10^6}{11340} = 2150 \frac{\text{kgf}}{\text{dm}}$$

$$K_1 = \frac{\Sigma p_p}{\sum_{i=1}^{3} \Delta l_i} = \frac{3000}{2{,}36} = 1270 \text{ kgf/dm}$$

$$K_2 = \frac{1000}{\sum_{i=1}^{2} \frac{1000}{K_i}} = \frac{1000}{1{,}77} = 565 \text{ kgf/dm}$$

$$K_{2T} = \frac{1000}{\sum_{i=1}^{3} \cdot \frac{1000}{K_i} + \frac{1000}{K_t}} = \frac{1000}{2{,}23} = 448 \text{kgf/dm}$$

$$\text{tg}\,\alpha_1 = K_1 \frac{S_0}{S_v} = 1270 \cdot \frac{18}{14060} = 1{,}625\,;\ \alpha_1 = 58°24'.$$

$$\text{tg}\alpha_2 = K_2 \cdot \frac{S_0}{S_v} = 565\frac{18}{14060} = 0{,}725\,;\ \alpha_2 = 35°56'30''$$

$$\text{tg}\alpha_3 = K_{2T} \frac{S_0}{S_v} = 448 \cdot \frac{18}{14060} = 0{,}574\,;\ \alpha_3 = 29°50'$$

$$X_R = \frac{K_1}{K_2} - 1 = \sqrt{\frac{1270}{565}} - 1 = 2{,}25 - 1 = 1{,}25$$

$$Y_R = K_1 - (1+X_R)K_2 = 1270 - (1+0{,}5)565 = 1270 - 837{,}5 = 432{,}5$$

$$\text{tg}\beta_1 = \text{tg}\ \widehat{K_1.K_2} = \frac{Y_R}{X_R} \cdot \frac{S_0}{S_v} = \frac{432{,}5}{0{,}5} \cdot \frac{18}{14060} = 1{,}105\,;\ \beta_1 = 47°51'$$

$$X_T = \sqrt{\frac{K_1}{K_{2T}}} - 1 = \sqrt{\frac{1270}{448}} - 1 = \sqrt{283} - 1 = 0{,}688$$

$$Y_T = K_1 - (1+X_r)K_{2T} = 1270 - (1+0{,}688)448 = 1270 - 755 = 515$$

$$\text{tg}\ \beta_2 = tg\ \widehat{K_1 \cdot K_{2T}} = \frac{Y_r}{X_r} \cdot \frac{S_0}{S_v} = \frac{515}{0{,}688} \cdot \frac{18}{14060} = 0{,}96\,;\ \beta_2 = 43°50'$$

$$F = \frac{108}{\sqrt{\lambda p}} = \frac{108}{\sqrt{2{,}36}} = \frac{108}{1{,}536} = 70{,}4 \text{ vibraţii/s}$$

$$\omega = \frac{\pi F}{30} = \frac{3{,}14.70{,}4}{30} = 7{,}37 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$t = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{15}{F} = \frac{15}{70{,}4} = 0{,}213 \text{ s}$$

$$l_t = \frac{225}{F} = \frac{225}{70{,}4} = 3{,}2 \text{ linii/sfert de perioadă.}$$

$$l_c = \frac{900}{n} = \frac{900}{7{,}5} = 120 \text{ linii/ciclu}$$

$$Oap = \frac{F}{n} = \frac{70{,}4}{7{,}5} = 9{,}4$$

Sarcina maximă la prăjina lustruită, 4 640 kgf, apare după efectuarea a 48 cm din cursa ascendentă, iar sarcina minimă, 1 825 kgf, după circa 50 cm din cursa descendentă. Dat fiind ordinul armonicii de pompaj 9,4, se constată că s-ar putea obține această diagramă prin compunerea a 9,4 armonici. Marcîndu-se punctul E ca punct de amplitudine maximă și folosindu-se înregistrarea timpului pentru separarea a 3,2 linii, se obține timpul corespunzător unui sfert de perioadă a oscilației. Valorile maxime ale amplitudinii apar la: 48, 135, 203 cm și 245 cm, pe traseul cursei ascendente.

Alungirea și contracția țevilor de extracție se studiază comparîndu-se poziția liniei $K_{2T}$ cu graficul. Existînd o asemănare între traseul c. a. și c. d. cu linia $K_{2T}$ înseamnă că apar asemenea fenomene în garnitura de țevi de extracție.

Poziția inferioară a pistonului în pompă $A$ este la 1,8 cm (la stînga axei $XX'$), iar poziția superioară $D'$; este la 15,2 cm, de la începutul cursei ascendente.

Supracursa la cursa ascendentă $A-XX'=$ $=1{,}8$ cm.

Supracursa la cursa descendentă $C-XX'=$ $=0{,}9$ cm.

Reducerea alungirii țevilor de extracție $AA'=5{,}4$ cm

Alungirea țevilor de extracție $D'D = 5{,}4$ cm

Alungirea prăjinilor de pompare la începutul cursei $A'B' = 16{,}2$ cm.

Lungimea cursei nete a pistonului $AD=$ $=227{,}7$ cm (250+1,8+0,9−16,2−5,4=231,1 cm)

## Concluzii

Forța de frecare a prăjinilor de pompare, 463 kgf este puțin mai mare decît flotabilitatea prăjinilor, de pompare 390 kgf, ceea ce arată că în țevile de extracție nu există gaze libere.

Tabela 7

**Valorile planimetrate și calculate**

| Cursa ascendentă | | | | Cursa descendentă | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| traseu planimetrat | citiri planimetru | | | traseu planimetrat | citiri planimetru | | |
| | I | II | III | | I | II | III |
| 1−2 | 7820 | 7840 | 7780 | 2 − 2 | 4000 | 4000 | 3380 |
| 1−1 | 3960 | 3980 | 3920 | 2 − 1 | 1620 | 1640 | 1500 |
| Diferența (1−2)−(1−1) | 3860 | 3860 | 3860 | Diferența (2−2)−(2−1) | 2380 | 2360 | 2380 |
| Media diferențelor. Ma = 3860 mm² | | | | Media diferențelor Md = 2373 mm² | | | |

$C_4$ = Sv. So = 140,60.18 = 2530,8 kgf mm/mm².

$$La = \frac{Ma.C_4}{1000} = \frac{3860.2530{,}8}{1000} \text{ 9750 kgfm.;}$$

$$Ld = \frac{Md.C_4}{1000} = \frac{2347.2530{,}8}{1000} = 6030 \text{ kfm.}$$

$$Lc = La - Ld = 9750 - 6030 = 3720 \text{ kfm.;}$$
$$La + Ld = 9750 + 6030 = 15\,780$$

$$P_{ma} = \frac{La}{s} = \frac{9750}{2{,}5} = 3900 \text{ kf} \quad P_{md} = \frac{Ld}{s} - \frac{6030}{2{,}5} = 2410 \text{kgf.}$$

$$E_0 = \frac{La + Ld}{2\ s} = \frac{15780}{5} = 3156 \text{ kgf.}$$

Frecarea pistonului nu s-a calculat, dar celelalte valori ale forțelor de frecare, par a fi normale. La verificarea supapelor s-a constatat etanșeitatea lor.

Față de datele obținute se impune schimbarea motorului electric și luarea unor măsuri pentru creșterea randamentului volumetric (coborîrea

TABELA 8

**Valorile planimetrate**

| Frecarea la cursa ascendentă | | | | Lucrul mecanic la piston | | | | Frecarea la cursadescendentă | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| traseu planimetrat | citiri planimetru | | | traseu planimetrat | citiri planimetru | | | traseu planimetrat | citiri planimetru | | |
| | I | II | III | | I | II | III | | I | II | III |
| A−2 | 5880 | 4510 | 4660 | C−1 | 3220 | 1800 | 1960 | A−3 | 6080 | 4690 | 4820 |
| A−1 | 5400 | 4060 | 4220 | C−2 | 2400 | 1000 | 1140 | A−2 | 5880 | 4510 | 4600 |
| Diferența (A−2)−(A−1) | 480 | 450 | 404 | Diferența ($C_1$−1)−(C−2) | 820 | 800 | 820 | Diferența (A−3)−(A−2) | 200 | 180 | 220 |
| Media diferențelor Ma = 457 mm² | | | | Media diferențelor Mc=813 mm² | | | | Media diferențelor Md = 200 mm² | | | |

$$L_{fa} = \frac{Ma \cdot C_4}{1000} = \frac{457.2530{,}8}{1000} = 1155 \text{ kgf.m;} \qquad L_p = \frac{Mc \cdot C_4}{1000} = \frac{813.2530{,}8}{1000} = 2060 \text{ kgf.m;}$$

$$L_{fd} = \frac{Md.C_4}{1000} = \frac{200.2530{,}8}{1000} = 506 \text{ kgf.m}$$

$$L_c = L_{fa} + L_{fd} + L_p = 1155 + 506 + 2060 = 3721 \text{ kgf.m}$$

DATELE SONDEI 848 BOLDEŞTI

| | |
|---|---|
| Unitatea de pompare | Reşiţa 15×3000 |
| Diametrul şi lungimea prăjinilor | $^3/_4$ in=1150m ; $^1/_8$ in = 850 m |
| Pompa de extracţie | P $2\times1^1/_4$ in |
| Ţevi de extracţie | $2^1/_2$ in — 2000 m. |
| Lungimea cursei — nr. curse/min | s = 2,54 *m* — *n* = 7,25 |
| Debitul extras | 12,9 $\frac{m^3}{zi}$ :80 % : 2 t/zi |
| Scările de înregistrare | So = 1 : 18; Sv = 205,32 kgf/mm |

**Datele calculate pentru analiza grafică**

| Prăjini pompare sau ţevi de extracţie | | $L^2$, | Greutatea prăjinilor, | Alungirea statică, | Constanta elastică K | So/Sv | Constantele $K_1$, $K_2$, $K_2T$, | Tangenta unghiurilor | Valoarea unghiurilor | 1000/K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| diametrul în | lungimea m | $m^2$ | kgf | dm | kgf/dm. | | kgf/dm | de trasare | grad, minut. | |
| 7/8 | 850 | 722 500 | 2 750 | 1,47 | 934 | | 778 | 0,682 | 34°18′ | 1,07 |
| | | | | 2,98 | | $0{,}879.10^{-3}$ | 332 | 0,292 | 16°17′ | |
| 3/4 | 1150 | 1 322 500 | 2 780 | 2,71 | 515 | | 261 | 0,229 | 12°54′ | 1,94 |
| Total | 2000 | | 5 530 | 7,16 | | | | | | 3,01 |
| Flotabilitatea | | | 700 | Greutatea lichidului calculată 1685 kgf | | | | | | |
| Greutatea prăjinilor în lichid | | | 4 830 | $\gamma$ = 1,05 kgf/dm³ | | | | | | |
| 2 ½ | 2000 | | | | 1220 | | | | | 0,82 |
| Total | | | | | | | | | | 3,83 |

$$X_R = \sqrt{\frac{778}{332}} - 1 = 0{,}53$$

$$Y_R = 778 - 1{,}53 \cdot 338 = 778 - 516 = 262$$

$$tg\beta_1 = tg\ (\widehat{K_1\ K_2}) = \frac{262}{0{,}53} \cdot \frac{18}{20532} = 0{,}437\,; \quad \beta_1 = 23°36'$$

$$X_T = \sqrt{\frac{778}{261}} - 1 = 0{,}73$$

$$Y_T = 778 - 1{,}073 \cdot 261 = 497$$

$$tg\beta_2 = tg \cdot (\widehat{K_1\ K_2}) = \frac{497}{0{,}73} \cdot \frac{18}{20532} = 0{,}598\,; \quad \beta_2 = 30°53'$$

$$F = \frac{108}{7{,}16} = 40{,}4 \text{ vibraţii/s.}\,; \quad \omega = \frac{3{,}14 \cdot 40{,}4}{30} = 4{,}23 \text{ rad/s.}$$

$$t = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{3{,}14}{8{,}46} = 0{,}371 \text{s}\,; \quad t = \frac{15}{F} = \frac{15}{4{,}04} = 0{,}371 \text{ s.}$$

$$l_t = \frac{225}{40{,}4} = 5{,}55 \text{ linii/t.}$$

$$l_c = \frac{900}{7{,}25} = 128 \text{ linii/t.}$$

$$Oap = \frac{40{,}4}{7{,}25} = 5{,}75$$

pompei sau înlocuirea ei cu o pompă cu diametrul mai mic).

Valorile obţinute prin analiza Slonneger sînt foarte apropiate de cele calculate.

## Sonda 840 Boldeşti (tabelele 9, 10, 11 şi fig. 6)

Greutatea prăjinilor de pompare în lichid măsurată este de 5 100 kgf. valoare mai mare decît cea calculată, 4 830 kgf, indicînd o flotabilitate mai mică decît cea calculată, 700 kgf, deci prezenţa gazelor în lichidul extras. Sarcina statică maximă măsurată ($P_p + P_b$) este de 6 450 kgf, din care 1 350 kgf reprezintă greutatea lichidului.

Poziţia inferioară a pistonului în pompă ($A$) este 8,1 cm, iar poziţia superioară ($D'$) este 38,6 cm. Sarcina maximă dinamică, 8 000 kgf, se înregistrează după efectuarea a 90 cm din c. a. şi sarcina dinamică minimă, 3 390 kgf, apare după efectuarea a 93 cm din c. d. Intervalele de timp, de $\pi/2\omega$, s-au trasat la dreapta şi la stînga punctului de maxim. Punctele de intersecţie sînt situate la: 14; 55,7; 90; 127, 5; 165; 194, 5; 220; 238; şi 249 cm, pe traseul c.a. Punctele neutre ale oscilaţiei sînt la : 55,7 ; 127,5 ; 134,5 şi 238. Primele două şi ultimul sînt deasupra liniei $SM$, iar al treilea chiar pe această linie. Poziţia acestor puncte nu corespunde întocmai oscilaţiei prăjinilor, probabil, datorită unor forţe necunoscute (de altfel capul unităţii de pompare loveşte într-o riglă din turlă). La c. d. nu s-a înregistrat unda de timp. Atît încărcarea, cît şi descărcarea prăjinilor de pompare urmăresc linia $K_{2T}$, indicînd deplasarea ascendentă şi descendentă a ţevilor de extracţie. Pentru determinarea cursei reale a pistonului se folosesc următoarele date:

Supracursa la c. a $A - XX' = 8{,}1$ cm
Supracursa la c. d $C - YY = 4{,}5$ cm
Reducerea alungirii ţevilor de extracţie $AA' = 16{,}2$ cm

**Relaţiile de calcul întrebuinţate la analiza grafică a dinamogramelor**

| Nr. crt. | Parametrii calculaţi | Relaţiile de calcul |
|---|---|---|
| 1 | Alungirea statică a prăjininilor de pompare | $\lambda = \frac{P_p \cdot L}{2E \cdot F_p} = \frac{Q_p}{2E \cdot F_p} L^2 = C \cdot L^2$ |
| 2 | Constanta elastică a prăjinilor de pompare | $K = \frac{P_p}{2\lambda s} = \frac{P_p}{\frac{2P_p \cdot L}{2E \cdot F_p}} = \frac{E \cdot F_p}{L} = \frac{C_1}{L}$ |
| 3 | Constanta elastică a prăjinilor de pompare | $K_1 = \frac{P_p}{\lambda_s}$ |
| 4 | Constana elastică a prăjinilor de pompare datorită sarcinii concentrate a pistonului | $K_2 = \frac{1000}{\sum_{i=1}^{4} \left(\frac{1000}{ki}\right)}$ |
| 5 | Constanta elastică combinată a prăjinilor şi ţevilor de extracţie | $K_{2T} = \frac{1000}{\sum_{i=1}^{4} \frac{1000}{Ki} + \sum_{j=1}^{3} \frac{1000}{K_j}}$ |
| 6 | Frecvenţa oscilaţiilor naturale | $F = \frac{V}{4L}$ |
| 7 | Frecvenţa naturală a garniturii de prăjini de pompare | $F = \frac{108}{\sqrt{\lambda_s}}$ |
| 8 | Pulsaţia naturală | $\omega = \frac{\pi \cdot F}{30}$ |
| 9 | Perioada frecvenţei naturale | $T = \frac{2\pi}{\omega}$ |
| 10 | Timpul corespunzător unui sfert de perioadă | $t = \frac{2\pi}{4\omega} = \frac{\pi}{\frac{2\pi F}{30}} = \frac{15}{F}$ |
| 11 | Numărul de linii de timp corespunzătoare sfertului de perioadă | $l_t = \frac{225}{F}$ . ptr. $f_b = 7{,}5 \frac{\text{perioade}}{\text{s}}$<br>$l_t = \frac{300}{\text{F}}$ , ptr. $f_b = 10 \frac{\text{perioade}}{\text{s}}$ |
| 12 | Numărul de linii de timp corespunzătoare unei curse duble a unităţii de pompare | $l_c = \frac{900}{\text{n}}$ . ptr. $f_b = 7{,}5 \frac{\text{perioade}}{\text{s}}$<br>$l_c = \frac{1200}{\text{n}}$ . ptr. $f_b = 10 \frac{\text{perioade}}{\text{s}}$ |
| 13 | Tangenta unghiului de trasare a constantelor elastice | $\text{tg}\alpha = K \frac{s_0}{s_4} = K \cdot C_3 \cdot , i = 1, 2, 2\text{T}.$ |
| 14 | Tangentele unghiurilor formate de liniile constantelor elastice | $\text{tg}(\widehat{K_1 \cdot K_2}) = C_3 \frac{Y_R}{X_R}$<br>$\text{tg}(\widehat{K_1 \cdot K_{2T}}) = C_3 \frac{Y_T}{X_T}$ |
| 15 | Laturile triunghiurilor formate de constantele elastice | $X_R = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} - 1 ; X_T = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}} - 1$<br>$Y_R = k_1 - (1 + X_R) K_2 ; \; Y_T = K_1 - (1 + X_T) K_{2T}$ |
| 16 | Ordinul armonicii de pompare | $O_{ap} = \frac{F}{n}$ |
| 17 | Lucrul mecanic la cursa ascendentă | $L_a = \frac{M_a \cdot C_4}{1000}$ |
| 18 | Lucrul mecanic la cursa descendentă | $L_d = \frac{M_d \cdot C_4}{1000}$ |
| 19 | Lucrul mecanic al ciclului de pompare | $L_c = L_a - L_d$ |
| 20 | Lucrul mecanic al forţelor de frecare la cursa ascendentă fără lucru mecanic creat prin frecarea pistonului | $L_{fa} = \frac{M_A \cdot C_A}{1000}$ |
| 21 | Lucru mecanic total | $L_T = L_{fa} + L_{fd} + L_{fp}$ |
| 22 | Lucrul mecanic al forţelor de frecare la cursa descendentă | $L_{fd} = \frac{M_p \cdot C_4}{1000}$ |
| 23 | Lucrul mecanic la piston | $L_p = \frac{M_c \cdot C_4}{1000}$ |
| 24 | Lucrul mecanic necesar pentru învingerea frecării la piston | $L_{fp} = F_p \cdot S_{np}.$ |
| 25 | Lucrul mecanic total necesar pentru învingerea frecărilor la cursa ascendentă | $L_{fat} = L_{fp} + L_{fa}$ |
| 26 | Lucrul mecanic consumat pentru ridicarea fluidului | $L_{cf} = L_p - L_{fat}$ |
| 27 | Lucrul mecanic consumat pentru învingerea frecărilor la piston în timpul cursei descendente | $L_{fpd} = L_{fd} - L_{fa}$ |
| 28 | Puterea necesară la prăjina lustruită | $N_{tp} = \frac{L_c \cdot n}{4500}$ |
| 29 | Puterea pierdută prin frecare | $N_f = \frac{L_{fa} - L_{fd}}{4500} \cdot n$ |
| 30 | Puterea necesară la piston | $N_p = \frac{L_p \cdot n}{4500}$ |
| 31 | Sarcina medie la cursa ascendentă | $P_{ma} = \frac{Ld}{s}$ |
| 32 | Sarcina medie la cursa descendentă | $P_{md} = \frac{L_a + L_d}{2s}$ |
| 33 | Echilibrarea optimă | $E_0 = \frac{L_a + L_d}{2s}$ |
| 34 | Forţa de frecare la piston | $F_p = F_A - SM$ |
| 35 | Forţa de frecare la cursa ascendentă | $F_a = \frac{L_{fa}}{s}$ |
| 36 | Forţa de frecare la cursa descendentă | $F_d = \frac{L_{fd}}{s}$ |
| 37 | Forţa de frecare totală | $F_{ft} = \frac{L_e - L_c}{S_{np.}}$ |
| 38 | Greutatea moartă a lichidului | $P_{la} = \frac{L_{cf}}{S_{np}}$ |

TABELA 10

**Planimetrarea dinamogramei**

| Cursa ascendentă | | | | Cursa descendentă | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| traseu planimetrat | citiri planimetru | | | traseu planimetrat | citiri planimetru | | |
| | I | II | III | | I | II | III |
| 1—2 | 9560 | 9680 | 9600 | 2—2 | 7000 | 6820 | 6880 |
| 1—1 | 4740 | 4780 | 4740 | 2—1 | 3800 | 3680 | 3780 |
| Diferența (1—2)—(1—1) | 4820 | 4900 | 4860 | Diferența (2—2)—(2—1) | 3200 | 3160 | 3100 |
| Media diferențelor Ma = 4860 mm² | | | | Media diferențelor Md=3153 mm² | | | |

$$C_4 = Sv.So = 205{,}32 \cdot 18 = 3695{,}76 \text{ kgf. mm/mm}^2$$

$$La = \frac{4860 \cdot 3695{,}76}{1\,000} = 17.940 \text{ kgf. m.} ; \quad Ld = \frac{3153 \cdot 3695{,}76}{1\,000} = 11{,}650 \text{ kgf. m.}$$

$$Lc = 17940 - 11165 = 6290 \text{ kgf. m} ; \qquad La + Ld = 29.590 \text{ kgf.m.}$$

$$Pma = \frac{17940}{2{,}54} = 7090 \text{ kgf} ; \qquad Pmd = \frac{11650}{2{,}54} = 4600 \text{ kgf}$$

$$Eo = \frac{29{,}590}{2 \cdot 2{,}54} = 5820 \text{ kgf.}$$

TABELA 11

**Planimetrarea dinamogramei**

| Frecarea la cursa ascendentă | | | | Lucrul mecanic la piston | | | | Frecarea la cursa descendentă | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| traseul planimetrat | citiri planimetru | | | traseul planimetrat | citiri planimetru | | | traseul planimetrat | citiri planimetru | | |
| | I | II | III | | I | II | III | | I | II | III |
| A—2 | 7080 | 5700 | 6560 | C—1 | 5820 | 4460 | 5400 | A—3 | 7660 | 6260 | 7120 |
| A—1 | 6760 | 5380 | 6260 | C—2 | 5040 | 3660 | 4600 | A—2 | 7080 | 5700 | 6520 |
| Diferența (A — 2) — (A — 1) | 320 | 320 | 300 | Diferența (C — 1) — (C — 2) | 780 | 800 | 800 | Diferența (A — 3) — (A — 2) | 580 | 560 | 600 |
| Media diferențelor Ma=313 mm² | | | | Media diferențelor Mc = 793 mm² | | | | Media diferențelor Md = 580 mm². | | | |

$$L_{fa} = \frac{313 \cdot 3695{,}75}{1000} = 1150 \text{ kgf. m.} ; \quad L_p = \frac{793 \cdot 3695{,}75}{1000} = 2920 \text{ kgf. m} ; \quad L_{fd} = \frac{580 \cdot 3695{,}75}{1000} = 2140 \text{ kgf.m.}$$

$L_{fa} + L_{fd} = 3290$ kgf.; $L_c = 1150 + 2920 + 2140 = 6210$ kgf.m. (comparabil cu 6290 kgf. m.)

$$F_a = \frac{1150}{2{,}54} = 454 \text{ kgf} ; \quad P_{la} = \frac{2920}{2{,}07} = 1412 \text{ kgf} ; \quad Fd = \frac{2140}{2{,}54} = 842 \text{ kgf.}$$

$$N_f = \frac{3290 \cdot 7{,}25}{4500} = 5{,}31 \text{ CP.} ; \quad N_p = \frac{2920 \cdot 7{,}25}{4500} = 4{,}7 \text{ CP} ; \quad N_{tp} = 10{,}01 \text{ CP.} ; \quad Q_t = 1140 \cdot 0{,}08 \cdot 20{,}7 \cdot 7{,}25 = 17{,}3 \text{ m}^3\text{/zi.}$$

$Q_r = 12{,}9$ m³/zi; $\eta_v = 74{,}5$ % $P = \frac{1412}{8} = 176{,}5$ kgf/cm² $P_h = \frac{2000 \cdot 1{,}05}{10} + 9 = 219$ kgf/cm²; $P_2 = Pip = 219 - 176{,}5 =$

$= 42{,}5$ kgf/cm²

$$S_d = \frac{(42{,}5 - 9) \cdot 10}{1{,}05} = \frac{335}{1{,}05} = 319 \text{ m (deasupra pompei)} ; \quad N_d = 1681 \text{ m (de la suprafață)} ; \quad N_d = 2000 - \frac{1412}{1685} =$$

$= 1680$ m (de la suprafață).

Alungirea țevilor de extracție $DD'=20$ cm.

Alungirea prăjinilor de pompare la începutul c. a. $A'B'=36$ cm.

Lungimea cursei nete a pistonului $AD=$ $=207$ cm.

$(254+8{,}1+4{,}5-20-36=211{,}6$ cm)

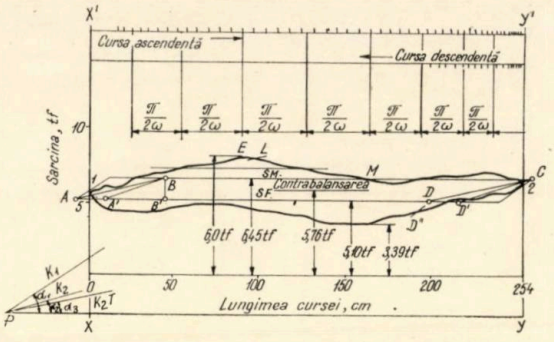



Fig. 5. Analiza grafică a dinamogramei efectuată la sonda 769 Slănic.

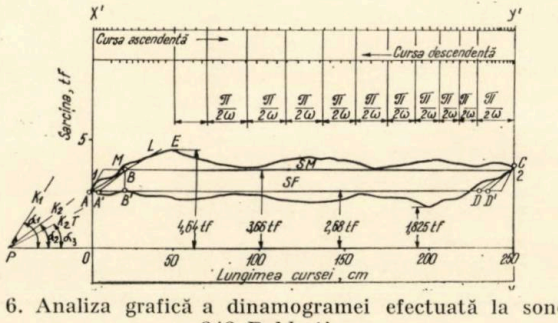



Fig. 6. Analiza grafică a dinamogramei efectuată la sonda 848 Boldești.

## Rezultate și discuții

Dată fiind RGT = 300 Nm³/m³ greutatea specifică a amestecului este mai mică de 1,05 kgf/dm³ (valoare reprezentînd media greutăților specifice a lichidelor ponderate cu procentul de impuritate) și implicit flotabilitatea măsurată este mai mică decît cea calculată.

Forțele de frecare la c.a și c.d. au valori corelabile cu cele publicate în literatura tehnică. Presiunea diferențială de-a lungul pistonului este mare (176,5 kgf/cm²) și ar putea crea neetanșeități între piston și cămăși.

Cercetarea sondei s-a efectuat pentru introducerea unei pompe speciale. S-a constatat că pompa actuală funcționează normal și are randament volumetric bun. Totuși, prăjinile de pompare sînt suprasolicitate și ar fi indicată ridicarea pompei cu 200 m, dat fiind nivelul dinamic mare al sondei, 319 m.

În ambele exemple nu s-au folosit liniile de descărcare dintre constantele elastice.

**Notațiile care nu s-au indicat în text**

$P_{pi}$ — greutatea prăjinilor de pompare în aer din tronsonul $i$, kgf;

$q_{pi}$ — greutatea unitară a prăjinilor de pompare din tronsonul $i$, kgf/m;

$L_i$ — lungimea prăjinilor de pompare din tronsonul de ordinul $i$, m;

$F_{pi}$ — secțiunea prăjinilor de pompare din tronsonul de ordinul $i$, cm²;

$E$ — modulul de elasticitate longitudinal = $2{,}1.10^6$ kgf/cm²;

$K_i$ — constanta elastică a prăjinilor de pompare din tronsonul de ordinul $i$, kgf/dm;

$C$, $C_1$ — constante caracteristice pentru prăjinile de pompare kgf/dm, kgf;

$C_3$, $C_4$ — constantele scărilor de dinamometrare, kgf/mm, kgfmm/mm²;

$H$ — adîncimea de fixare a pompei, m;

$\omega$ — viteza unghiulară a oscilațiilor libere, rad/s;

$n$ — numărul de curse/min;

$f_b$ — frecvența barei de timp, perioade /s;

$X_R Y_R X_T Y_T$ — abscisele și ordonatele triunghiurilor de egal lucru mecanic, cm, kgf/cm;

$L_{fat}$ — lucrul mecanic necesar pentru învingerea forțelor de frecare a pistonului și prăjinilor de pompare, la cursa ascendentă, kgf, m;

$P_{la}$ — greutatea lichidului din analiza grafică, kgf;

$P_{lc}$ — greutatea lichidului calculată, kgf;

$S_p$ — secțiunea pistonului pompei, cm²;

$\gamma$ — greutatea specifică a amestecului pompat, kgf/dm³;

$Q_t$ — debitul de fluid teoretic, m³/zi;

$Q_r$ — debitul de fluid real, m³/zi;

$\eta_v$ — randamentul volumetric, %

$S_d$ — submergența dinamică, m;

$C_a$ — cursa ascendentă;

$C_d$ — cursa descendentă;

$S$ — lungimea cursei de suprafață, m;

$S_0$ — scara dinamometrului pe abscisă, mm/mm;

$S_v$ — scara dinamometrului pe ordonată; kgf/mm.

$S_{np}$ — cursa netă a pistonului, m.

**BIBLIOGRAFIE**


1. J. F. Dynamometer Designed and Manufactured by Johnson-Fagg Engineering Company. Tusla, Oklahoma.
2. Sinlonneger, J. C. Dynagraph Analysis of Sucker Rod Pumping, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1961.
3. Eubanks, J. M., Franks, B. L., Lawrance, D. K., Maxwell, T. E. și Merryman C. J. Pumping Well Problem Analysis. Joe Chestein. Midland, 1958. Texas
4. Panomoriov, S. D. ș. a. Calculul de rezistență în construcția de mașini. I. Traducere din l. rusă, Ed. tehnică, București, 1960.
5. Ioachim, G. Extracția petrolului și gazelor. Ediția II, Ed. tehnică, București, 1965.
6. Dragotescu, N. D. Manualul inginerului petrolist, **45**, Cap. XIII, Ed. tehnică, București, 1957.
7. Angnew, B. G. The Dynamometer as a Production Tool. Drilling and Production Practice, 1957.
8. Popov, A. M. și Șișkin, A. În: Neftepromîslovoe delo, nr. 9. 1970.
9. Belov, I. T. Issledovanie rabotî glubinnîh nasisov dinamografom, Gostoptehizdat, Moskva, 1960.
10. Vögl, E. În Erdöl Erdgas Zeitschcrift, **85**, iun. 1969.
11. Nind, T. E. W. Principles of Oil Well Production. Mc Graw Hill Book Company, New York, 1964.
12. Bulău, L. În: Petrol și gaze, **20**, nr. 9, 1969.

# MĂSURĂRI ELECTRONICE ÎN GĂURILE DE SONDĂ ÎN CURSUL PROCESULUI DE FORAJ ŞI EXTRACŢIE

S. Dumitrescu

Accelerarea ritmului de creştere a nevoilor energetice ale omenirii, în special de hidrocarburi, a orientat cercetările de descoperire a noi zăcăminte în două direcţii mai importante :

a) căutarea de noi orizonturi productive la mare adîncime ;

b) exploatarea zonelor marine a platformelor continentale (off-shore).

Creşterea sensibilă a costurilor legate de aceste foraje, ca şi complexitatea problemelor tehnologice, conduc la mărirea fondului de responsabilitate şi atribuţii ce revin măsurătorilor electronice în procesul de săpare a sondelor.

În vederea creşterii eficienţei forajului o cale o constituie realizarea de instalaţii de foraj automatizate. Aceste instalaţii urmăresc în special conducerea automată :

— a procesului de avansare a sapei ;

— a operaţiilor de manevră (extragere-introducere a paşilor) ;

— a operaţiilor de preparare şi de tratare a noroiului de foraj.

În ceea ce priveşte automatizarea procesului de avansare a sapei se constată pe plan mondial existenţa a două tendinţe [2], corespunzînd celor două etape de rezolvare a problemei.

Într-o primă etapă conducerea procesului de avansare se realizează pe porţiuni, semiautomat, pe baza datelor culese asupra parametrilor tehnologici şi a indicilor de foraj, măsuraţi la suprafaţă, efectuînd la intervale prestabilite măsurători la talpă. Aceste măsurători se execută de regulă cu garnitura de prăjini extrasă şi prin metodele de investigare geofizică.

Conducerea procesului se realizează menţinînd în limitele prescrise valorile parametrilor tehnologici stabiliţi pentru intervalul ce urmează a fi străbătut, pe baza unui program comunicat de la un centru de calcul.

Metoda prezintă dezavantajul că stabilirea intervalelor la care trebuie oprit forajul şi efectuate măsurătorile asupra parametrilor de la talpa sondei pot fi cunoscute numai dacă în perimetrul respectiv au mai fost forate alte sonde.

Cea de-a doua metodă utilizează indiferent de procedeul de foraj utilizat măsurarea combinată la talpă şi suprafaţă atît a parametrilor tehnologici, cît şi a parametrilor fizici ai stratelor străbătute de sapă. Prin aceasta se asigură o avansare nestingherită a sapei, permiţînd o optimizare pe intervale mari, deosebit de eficientă.

Alegerea parametrilor ce se măsoară la suprafaţă sau la talpă pleacă de la considerentul că ori de cîte ori măsurarea la suprafaţă a unui parametru reflectă în condiţii controlabile fenomenul ce se produce în procesul de dislocare a rocii, se dă prioritate acestui tip de măsurătoare.

Interesul pentru măsurătorile la talpa sondei este stimulat în prezent de următoarele necesităţi apărute atît pe plan mondial, cît şi în ţara noastră :

1) Necesitatea de a se realiza instalaţii de foraj cu înalt grad de mecanizare şi automatizare, cu optimizarea procesului de avansare a sapei pe bază de date culese de la talpa sondei.

La aceste instalaţii conducerea procesului de avansare a sapei este asigurată de un calculator care centralizează şi prelucrează datele primite de la talpa sondei asupra parametrilor tehnologici ai forajului, cît şi asupra parametrilor fizici şi geofizici ai stratelor străbătute de gaura de sondă.

2) Necesitatea realizării de instalaţii de foraj utilizînd garnitură de prăjini flexibilă. La aceste instalaţii conducerea procesului de foraj nu este posibilă fără efectuarea la talpă a unor măsurători specifice asupra forţei axiale pe sapă, turaţiei sapei, momentului la sapă şi vitezei mecanice de avansare a acesteia.

3) Necesitatea realizării de instalaţii de foraj pentru puţuri de mină cu diametrul mare ($\varnothing = 5$ m).

La aceste instalaţii, măsurătorile trebuie să asigure verticalitatea găurii de sondă şi controlul lucrului sapelor.

4) Realizarea de aparatură şi perfecţionarea metodelor de măsură destinate investigării complexe a găurilor de sondă de mare adîncime*.

Condiţiile specifice găurilor de sondă adînci supun aparatura electronică şi tehnica legată de aceste măsurători unor încercări la limita posibilităţilor actuale.

---

* Sonde a căror adîncime depăşeşte 4 500 m.

5) Controlul parametrilor tehnologici şi al indicilor de foraj la talpă, în vederea îmbunătăţirii performanţelor întregului echipament de foraj şi în special a sapelor, a turbinelor, a materialului tubular, a motoarelor electrice de fund etc. În acest scop se măsoară acceleraţia unghiulară, axială, temperatura lagărelor sapelor, izolaţia electrică a motorului de fund etc.

6) Lucrările de cercetare întreprinse în diferite state în vederea creării de noi procedee de foraj, care să asigure o creştere a vitezei de avans [12].

La aceste procedee (cu plasmă, cu ultrasunete, cu jet etc.) măsurătorile la talpă se impun cu necesitate atît în faza de elaborare, cît şi în cea de exploatare în şantier.

Posibilitatea realizării de aparatură electronică destinată efectuării de măsurători la talpa sondei a fost mult uşurată de progresele rapide obţinute în tehnologia materialelor semiconducătoare şi de creşterea performanţelor circuitelor electronice atît sub raport funcţional şi constructiv, cît şi, în special, ca urmare a creşterii fiabilităţii lor în condiţii severe de lucru.

Cu tot caracterul „spectaculos" al rezultatelor ce se pot obţine pe baza acestor măsurători şi a unanimităţii părerilor asupra utilităţii lor, trebuie arătat că ele au cunoscut o dezvoltare mai importantă doar în domeniul investigărilor geofizice, unde măsurătorile se execută de regulă cu garnitura de foraj extrasă şi cu aparatura de măsură lansată cu cablu conductor. În celelalte cazuri lipsa unui canal de telemăsură comod sau insuficienta cercetare a celor existente, a făcut ca măsurătorile să nu fie efectuate în procesul de foraj la instalaţiile ce utilizau garnitură rigidă.

## 1. Principiile fizice al măsurătorilor în găurile de sondă

Principiul de măsură constă în lansarea în gaura de sondă cu cablul sau garnitura de foraj a unei aparaturi electronice protejată într-o carcasă rezistentă la presiune.

Cu ajutorul unor traductoare adecvate parametrii fizici măsuraţi se convertesc într-o mărime electrică, care după o prealabilă amplificare este fie stocată în aparatura de sondă, fie transmisă la suprafaţă în vederea prelucrării ei.

În cadrul sistemului de stocare a informaţiilor în aparatura de sondă se simplifică problema transmiterii acestora la suprafaţă, aparatura de măsură lucrînd în acest caz ca unitate autonomă, cu alimentare proprie.

Principala dificultate a sistemului de stocare a informaţiilor în aparatura de fund constă în realizarea unui dispozitiv de memorie cu o capacitate de circa $10^6$ biţi, corespunzînd unei înregistrări simultane a patru parametri pe o durată de 4 ore, cu o frecvenţă de comutare a canalelor de cel puţin două ori pe secundă [11].

Dintre toate sistemele de memorizare a datelor, cea mai comodă este înregistrarea magnetică [11].

Dispozitivul de înregistrare magnetică asigură o precizie înaltă a înregistrării, permiţînd înregistrarea simultană a mai multor canale şi prelucrarea informaţiei cu mijloace electronice.

Dintre metodele de înregistrare magnetice: procedeul de înregistrare pe bandă şi cel de înregistrare pe dispozitive de ferită cu ciclu de histerezis dreptunghiular (CHD) sînt cele mai utilizate.

În cazul primului procedeu dificultatea constă în realizarea dispozitivului mecanic de derulare a benzii, în timp ce pentru al doilea procedeu dificultatea constă în realizarea dispozitivului de căutare a buclei de memorie.

Dispozitivele de memorie discretă pe ferite sau alte materiale feromagnetice cu CHD sînt sigure în funcţionare şi nu necesită reglare.

Totuşi limitările de volum disponibil în aparatul de fund nu permit stocarea unui volum de informaţii suficient [11].

Acest sistem este utilizat [10] îndeosebi pentru efectuarea de studii asupra comportării materialului de foraj în cursul traversării diferitelor strate şi în vederea culegerii de informaţii asupra valorilor reale ale diferiţilor parametri ce caracterizează procesul tehnologic de foraj.

Au fost puse în acest fel în evidenţă diferenţele dintre parametrii măsuraţi la talpă şi valorile aceloraşi parametri măsurate la suprafaţă, pe podul sondei. Astfel: în cazul forajului cu garnitură rigidă, frecările acesteia de pereţii găurii de sondă ating valori de 2 200 kgf/km, în cazul garniturii suspendate şi nerotite, pentru a scădea la 680 kgf/km, în cazul rotirii ei [9].

În cazul sondelor înclinate sau cu gaură „cheie" aceste valori sînt complet neconcludente în raport cu valorile măsurate la suprafaţă (a sarcinii la cîrlig).

Principalul dezavantaj al sistemului de stocare în aparatura de sondă a informaţiilor privind parametrii fizici măsuraţi la talpă este constituit de faptul că rezultatul măsurătorilor nu se cunoaşte decît după ce s-a extras aparatul la suprafaţă, fără a se putea controla funcţionarea acestuia şi fără a se putea interveni pentru schimbarea caracteristicilor dispozitivelor de măsură în raport cu condiţiile de teren (sensibilitate, lungimea dispozitivului, perturbaţii etc.).

În plus, intervalul pe care se efectuează operaţia de înregistrare este limitat de capacitatea de stocare a purtătorului (bandă magnetică, peliculă fotografică, memorie cu ferite etc.), fidelitatea cu care sînt memorate aceste date depinzînd de o serie de factori ce se referă atît la forma lor de prezentare (analogică sau numerică), cît şi la condiţiile specifice găurilor de

sondă, în care aceste date sînt măsurate şi înregistrate.

Evident, în cazul măsurării la talpa sondei a parametrilor tehnologici ce caracterizează procesul de avansare a sapei, stocarea în dispozitivul de sondă a acestor date nu poate sluji controlului, automatizării sau optimizării procesului de foraj.

În cadrul sistemului de telemăsurare a parametrilor de la talpă, mărimile fizice, după convertirea lor în mărimi electrice sînt „imprimate" pe un purtător capabil să se propage prin mediul canalului de comunicaţie fizic existent.

Sistemele de modulare a semnalului conţinînd informaţie, cele mai utilizate în transmiterea informaţiilor de la talpă la suprafaţă sînt :

— modulaţia de frecvenţă (M.F.) ;

— modulaţia de impulsuri sub diferitele ei variante : modulaţia în cod, în durată sau amplitudine [3, 4, 5].

Desigur că apare posibilitatea transmiterii informaţiei şi „nemodulată", în cazul în care ea are caracteristici convenabile canalului de comunicaţie. Astfel, la măsurarea proprietăţilor radioactive ale mediului investigat, utilizînd traductoare de ionizare, informaţia se transmite la suprafaţă sub formă de impulsuri, numărul lor şi amplitudinea acestora definind parametrii fizici bine determinaţi.

În cazul „răspunsului stratelor" la sondare cu un fascicul ultrasonic, semnalul transmis prin cablu conţine informaţii asupra proprietăţilor de atenuare şi viteză de propagare ale mediului studiat.

Uneori parametrul măsurat se transmite pe cablu direct sub formă de c.c. fără o „prelucrare", ca în cazul potenţialului spontan (P.S.).

În cazul în care informaţia este conţinută în amplitudinea semnalului transmis, se elimină erorile de măsură cauzate de atenuarea liniei de comunicaţie, prevăzînd la talpă un sistem de calibrare corespunzător, (sursă de radiaţii în cazul carotajului spectrografic, tensiune cunoscută în cazul măsurării rezistivităţii etc.).

## 2. Parametrii măsurabili la talpa sondei

Parametrii măsurabili la talpa sondei sînt foarte numeroşi şi variaţi, putînd fi clasificaţi după cum urmează :

— parametri ce caracterizează procesul tehnologic şi indicii de foraj ;

— parametri fizici ai stratelor străbătute de gaura de sondă ;

— parametri ce caracterizează starea tehnică a sondei ;

— parametri ce caracterizează procesul de exploatare a sondelor în producţie.

Printre parametrii tehnologici ai procesului de foraj se pot enumera : apăsarea axială pe sapă, momentul de torsiune, presiunea noroiului de foraj în spaţiul inelar, turaţia sapei, avansarea sapei, presiunea formaţiunilor traversate şi alţi parametri măsuraţi în scop de cercetare, ca : valoarea vibraţiilor axiale pe talpă, acceleraţia radială, acceleraţia axială etc.

Parametrii fizici ai stratelor străbătute sînt larg studiaţi prin metodele geofizice şi se referă la rezistivitatea, permitivitatea sau susceptibilitatea electrică, permeabilitatea sau susceptibilitatea magnetică, potenţialul spontan, radioactivitatea naturală sau provocată, potenţialul provocat, viteza de propagare a sunetului, momentul magnetic ş.a.m.d.

Pentru a caracteriza starea tehnică a găurii de sondă se recurge la măsurarea diametrului găurii de sondă, verticalitatea, orientarea, controlul cimentării coloanelor tubate, determinarea stratelor permeabile şi a circulaţiei de lichide în spatele coloanei sau a fluxului de fluid în sondă.

La sondele în exploatare se măsoară : presiunea din sondă, nivelul dinamic, densitatea lichidului la talpă, turaţia pompelor de adîncime, gradul de coroziune a materialului tubular etc.

În afara acestor parametri cu semnificaţie fizică bine definită se mai pot enumera o serie de parametri nedefiniţi intrinsec, ca : forabilitatea rocilor, permeabilitate, saturaţie în fluide, porozitate, conţinut de cenuşă a cărbunelui, presiunea de strat etc.

Pentru definirea acestor parametri se recurge însă tot la parametrii primari enumeraţi. Astfel, pentru definirea parametrului de forabilitate se recurge la : determinarea compresibilităţii, a modulului de elasticitate, a durităţii, porozităţii etc., parametri măsuraţi la rîndul lor printr-o serie întreagă de alte metode, ca : diagrafie sonică, neutronică, electrică etc. [16].

Din cauza condiţiilor specifice găurilor de sondă, precum şi ca rezultat al procesului tehnologic al forajului, măsurarea nemijlocită a acestor parametri este în general imposibilă. Aceasta deoarece, spre exemplu, parametrii geofizici, măsuraţi în sondă nu depind numai de proprietăţile fizice ale rocilor cercetate, dar şi de grosimea şi de ordinea succesiunilor lor, de diametrul găurii de sondă, adîncimea de pătrundere a filtratului de noroi, dimensiunile dispozitivelor de măsurat etc.

## 3. Metode de telemăsură a parametrilor de la talpa sondei

Posibilitatea transmiterii informaţiilor de la talpa sondei la suprafaţa pentru înregistrare şi prelucrare depinde de canalul fizic existent, iar aceasta la rîndul său depinde de procedeul de foraj utilizat.

În cursul procesului de foraj al sondelor se pot ivi următoarele situaţii :

a) garnitura de prăjini se află la puţ, iar pentru antrenarea sapei se utilizează :

| | |
|---|---|
| **Garnitura rigidă** | 1. masa (sistem rotativ)<br>2. turbină sau<br>3. motor electric de fund |
| **Garnitura flexibilă** | 1. motor electric de fund<br>2. turbină. |

b) garnitura de prăjini este extrasă din gaura de sondă.

Forajul este oprit. În această situaţie investigarea găurii de sondă se efectuează cu metodele specifice geofizicii de şantier.

În cazul utilizării procedeului de foraj cu motor electric de fund, cablul de forţă pentru alimentarea motorului electric de antrenare a sapei constituie şi un canal electric de transmisie a informaţiilor de la talpă la suprafaţă.

În cazul utilizării flexoforajului, garnitura de prăjini continuă conţine încastrat în peretele său un conductor electric mono sau multifilar, ceea ce simplifică foarte mult schema aparaturii de telemăsură, acestea nediferind cu nimic de cele utilizate în schemele clasice de carotaj.

Dintre metodele de telemăsură ce se pot utiliza pentru transmiterea continuă a informaţiilor de la talpa sondei la suprafaţă în cursul procesului de foraj se pot enumera :

— metode telemetrice prin cablu conductor;
— metode radiometrice;
— metode acustice (sonice);
— metode hidraulice.

În cele ce urmează se vor prezenta pe scurt caracteristicile acestor metode.

### 3.1. *Metode telemetrice prin cablu conductor*

Aceste metode se referă la forajul cu motor electric de fund (cu garnitură rigidă sau flexibilă) la care există din construcţia garniturii de foraj un canal conductor înglobat în pereţii acestor prăjini.

În cazul garniturii rigide canalul de legătură poate fi realizat în două moduri :

— fiecare secţiune de cablu se conectează cu alta o dată cu înşurubarea secţiunilor de prăjini, lungimile de cablu fiind egale cu lungimile paşilor de prăjini;

— cablul are o lungime mai mare decît un pas de prăjină, fiind introdus prin interiorul prăjinilor la introducerea acestora.

Cablul poate fi fixat fie în peretele prăjinii, fie în centru, cu ajutorul unui sistem de fixare adecvat.

Interconectarea şi cuplarea diferitelor secţiuni de cablu se poate realiza cu :

a) contacte galvanice;
b) cuplaj inductiv;
c) cuplaj capacitiv.

Banda de frecvenţă a semnalului transmis este cuprinsă între 100 Hz şi 50 kHz, iar banda ocupată de paraziţi între 50 şi 100 Hz.

Atenuarea liniei pentru semnalul util variază între 0,1 Neperi/km la 0,75 Nep/km [1, 3].

### 3.2. *Metode radiometrice de telemăsură a parametrilor de la talpa sondei*

În această grupă intră metodele ce utilizează :

a) coloana de prăjini drept ghid de undă;
b) coloana de prăjini drept linie de transmisiuni de mică rezistenţă ($R_o$) şi mare conductanţă transversală de pierderi ($G_o$) (fig. 1);

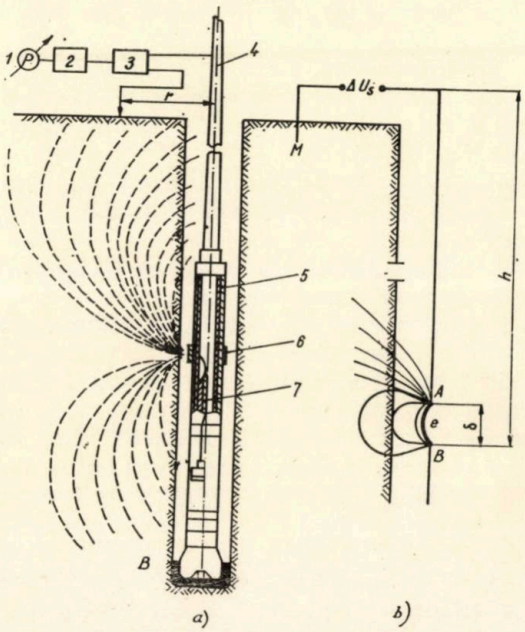



Fig. 1. Sistemul de telemăsură utilizînd drept linie de transmisie coloana de prăjini împreună cu solul înconjurător : *a* — realizarea constructivă ; *b* — schema electrică ; *1* — înregistrator ; *2* — demodulator ; *3* — amplificator ; *4* — coloana de prăjini ; *5* — porţiune izolată ; *6* — electrod emiţător ; *7* — dispozitiv de fund ; *c* — tensiunea între electrozii emiţători A şi B ; $4U_s$ — tensiunea semnalului la suprafaţa (între coloană şi electrodul de masă *M*).

c) coloana de prăjini drept antenă îngropată.

În primul caz se utilizează frecvenţe de ordinul sutelor de MHz, iar coloana de prăjini drept ghid de undă.

Sistemul este aplicabil doar forajului cu aer. Cu toate că teoretic [8] la un diametru interior de aproximativ 80 mm se pot propaga cîmpuri electromagnetice în modurile T.M. (transversal magnetic sau T.E (transversal electric) cu frecvenţe critice mai mari de 2 000 MHz, nu se cunosc lucrări în cadrul cărora să se fi folosit garnitura de prăjini drept linie de comunicaţie între talpă şi suprafaţă.

Cel de-al doilea procedeu este în curs de aplicare, fiind studiat atît sub raport teoretic, cît şi experimental [4, 5, 6, 13].

Referindu-ne la figura 1 valoarea tensiunii între coloană şi electrodul de măsură M de la suprafaţă este o funcţie de mai mulţi parametri.

$$U_s = F(e, \delta, h, \rho, \text{frecv.}), \qquad (1)$$

în care :

$e$ este tensiunea generatorului de semnal din dispozitivul de sondă ;
$\delta$ — distanţa dintre electrozii emiţători ;
$h$ — adîncimea dispozitivului din gaura de sondă ;
$\rho$ — rezistivitatea medie a stratelor străbătute de gaura de sondă ;
$f$ — frecvenţa semnalului.

Pentru a mări valoarea tensiunii recepţionate la suprafaţă se impune mărirea puterii sursei de semnal, ceea ce nu este posibil decît în anumite limite impuse de gabaritul existent în gaura de sondă şi de puterea sursei de alimentare.

Distanţa de la electrodul de măsură la capătul superior al coloanei de prăjini se alge 0,02—0,06 din adîncimea sondei propriu-zise, în general 200—300 m, nefiind totuşi critică [5, 6].

Cercetările efectuate au arătat că lungimea porţiunii izolate influenţează în mare măsură valoarea semnalului cules la suprafaţă în intervalul (0—5) m. Mărirea mai departe a părţii izolate nu duce la o creştere substanţială a semnalului cules la suprafaţă.

Se poate considera valoarea optimă a porţiunii izolate a garniturii de prăjini valoarea de 8 m.

În banda de frecvenţe de 0,5—5 hHz utilizată pentru semnalul transmis au fost măsurate [3] valori ale atenuării cuprinse între 1 şi 3 Nep/km, în cazul străbaterii unor strate cu rezistivitatea medie mai mare de 25 Ω m, şi de 3—7 Nep/km, în cazul în care garnitura a fost implantată în strate cu rezistivitate medie 4 Ωm.

În ceea ce priveşte posibilitatea utilizării garniturii de prăjini, considerată ca antenă îngropată pentru transmiterea informaţiilor de la talpă, literatura de specialitate consultată nu abordează această problemă.

3.3. *Metode acustice de telemăsură a parametrilor de la talpa sondei*

Din această grupă de metode fac parte sistemele de telemăsură care utilizează drept linie de transmisiuni coloana de prăjini sau fluidul de foraj, iar ca generatoare de semnal generatoarele de unde sonice produse cu ajutorul traductoarelor piezoelectrice sau magnetostrictive.

În cazul utilizării coloanei de prăjini drept canal de legătură, oscilaţiile acustice sub formă de unde transversale, longitudinale şi de suprafaţă se produc fie cu ajutorul unor percutori electromecanici (lovituri cu ajutorul unor ciocănele) fie cu ajutorul vibratoarelor sonice.

Sistemul are dezavantajul unei capacităţi reduse de transmisie, iar frecvenţa semnalului fiind de acelaşi ordin cu cea parazită, produsă în timpul funcţionării sapei. Din acest motiv nu poate fi utilizat pentru a transmite informaţii în timpul procesului de foraj.

Sistemul ce transmite informaţii sub forma unor unde sonice longitudinale prin coloana de fluid ce umple gaura de sondă are perspective mai mari.

Conform acestui sistem, mărimile fizice ce sînt măsurate sînt transformate în mărimi electrice cu ajutorul unor traductoare adecvate, sînt amplificate, modulate în cod de impulsuri sau durată şi se transmit prin coloana de noroi sub forma unor impulsuri sonice, produse de emiţători acustici piezoelectrici sau magnetostrictivi.

La suprafaţă sînt recepţionate tot cu ajutorul unor traductoare sonice şi după amplificare şi demodulare sînt înregistrate pe un suport corespunzător (peliculă sau hîrtie foto) sau pe bandă magnetică.

Sistemul prezintă dezavantajul unei capacităţi de transmisie reduse şi al unei puternice amortizări în funcţie de adîncime, alimentarea dispozitivului de sondă urmînd a fi realizată din lipsa oricărei legături electrice cu suprafaţa fie cu ajutorul unui tahogenerator acţionat de fluxul noroiului de foraj, fie cu ajutorul unor sisteme de alimentare autonome.

Analiza posibilităţilor de transmitere a oscilaţiilor ultrasonice prin lichidul din coloană au arătat că propagarea are loc după o lege de tipul :

$$U = U_0 e^{-\alpha l},$$

în care :

$\alpha$ este valoarea factorului de atenuare, $m^{-1}$.

Pentru semnale de frecvenţă de 350 Hz, $\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-3}$ l/km, iar pentru $f = 25$ kHz $\alpha = 210$ l/km [13].

3.4. *Metode hidraulice de telemăsură a parametrilor de la talpa sondei în cursul procesului de foraj*

Informaţiile din gaura de sondă mai pot fi transmise la suprafaţă cu ajutorul pulsurilor de noroi produse de şocuri hidraulice.

Drept element-emiţător pot fi utilizate :

— membrane ;
— piston ;
— sirenă hidraulică.

Se utilizează [13] în special gama de frecvenţe infrajoase, cuprinse între 0,04 şi 0,25 Hz. Valoarea coeficientului de atenuare se exprimă în funcţie de frecvenţa semnalului ($f$), viteza de propagare prin fluid ($v$), coeficientul de

viscozitate cinematică ($\nu$) şi raza interioară a prăjinilor ($R$) prin relaţia :

$$\alpha = \frac{\sqrt{\pi f \cdot \nu}}{R \cdot v} \text{ [l/m]} \cdot$$

Evident, dată fiind gama de frecvenţe, utilizarea modulaţiei semnalului în frecvenţă este exclusă. Se utilizează de aceea modulaţia în durată sau modulaţia în cod de impulsuri [14].

Analiza canalelor susceptibile a fi utilizate pentru telemăsurarea parametrilor de la talpa sondei conduce la următoarele concluzii :

a) În cazul forajului cu masă şi turbină, canalul cel mai indicat este constituit din coloana de prăjini şi sol, în sistemul cu electrozi emiţători plasaţi în regiunea izolată a părţii inferioare a garniturii (de prăjini) ;

b) În cazul forajului cu motor electric de fund canalul fizic este reprezentat de înseşi conductorii de forţă destinaţi alimentării electromotorului de fund :

c) Utilizarea procedeului de flexoforaj oferă un canal de comunicaţie ideal. În prezent acest procedeu de foraj e doar în fază experimentală ;

d) Efectuarea măsurătorii în timpul opririi forajului oferă un canal sigur de comunicaţie, prin utilizarea cablului de carotaj, lansabil eventual prin garnitura de prăjini.

## 4. Sisteme de telemăsură multicanal a parametrilor de la talpa sondei

În procesul de foraj, apare necesitatea controlului şi măsurării simultane a mai multor parametri de la talpă.

Pentru transmiterea informaţiilor de la dispozitivul de sondă la panoul de suprafaţă, sînt posibile următoarele sisteme de modulaţie pe cale [15] :

1) Sistemul de selecţie în frecvenţă, în care informaţiile culese se transmit simultan la suprafaţă, fiecărui canal fiindu-i afectată o frecvenţă purtătoare, modulaţie ce poate fi de amplitudine (M.A.), de frecvenţă (M.F.), de fază (M.P.) sau în impulsuri.

2) Sistemul de selecţie temporală, prin care informaţiile sînt transmise la suprafaţă, succesiv, cu ajutorul unui sistem de comutare acţionat sincron cu sistemul selector din panoul de suprafaţă.

Adoptarea sistemului multicanal cu selecţie în frecvenţă în cazul utilizării canalelor de comunicaţie existente în gaura de sondă este îngreunată de următoarele considerente :

a) fiecărui canal corespunzător unui parametru măsurat îi este afectată o frecvenţă purtătoare, a cărei valoare trebuie să fie de cel puţin 5—10 ori mai mare decît cea mai mare frecvenţă a semnalului ce urmează a fi transmis, lucru greu de realizat în domeniul frecvenţelor joase. La frecvenţe mai mari atenuarea canalului devine exagerat de mare, iar trecerea informaţiilor prin canal imposibilă ;

b) spectrul de paraziţi produşi de armonicele frecvenţei reţelei de forţă este greu de scos din semnalul util ;

c) principala dificultate apare însă în menţinerea constantă a frecvenţelor purtătoare a generatoarelor aferente fiecărui canal, în condiţiile specifice găurilor de sondă ; temperatura mediului ambiant pînă la 200° C, vibraţii, şocuri, variaţii ale tensiunilor de alimentare etc.

Sistemul de telemăsură cu selecţia în timp a informaţiilor culese de la talpa sondei are posibilităţi cu mult mai mari, fiind în parte lipsit de neajunsurile semnalate în cazul sistemului de telemăsură cu selecţie în frecvenţă.

Particularitatea acestui sistem constă în prezenţa circuitului de comutare ce asigură distribuţia semnalelor de la traductoare la canalul comun de modulare.

Informaţia culeasă de la fiecare traductor este transmisă pe linia de comunicaţie împreună cu un semnal de sincronizare ce acţionează schema de comutare din panoul de suprafaţă, asigurînd repartiţia semnalelor la canalele respective.

În încheierea acestei scurte analize a metodelor de telemăsură a parametrilor de la talpa sondei, trebuie amintite lucrările de cercetare [17] bazate pe metode statistice de prelucrare a informaţiilor.

Utilizînd tehnicile de corelare, analiză spectrală şi filtrare selectivă apare posibilă recuperarea semnalului „înecat" în zgomot, chiar atunci cînd nivelul acestuia din urmă este cu 40 db mai mare decît semnalul util [18, 19, 20].

## Concluzii

Interesul pentru măsurătorile cu mijloace electronice, în găurile de sondă, a crescut în ultimii ani atît ca urmare a exigenţelor mari impuse de investigarea complexă a sondelor de mare adîncime, cît şi ca urmare a preocupărilor legate de realizarea de instalaţii de foraj automatizate cu optimizarea procesului de avansare.

În urma importantelor realizări obţinute în construcţia de elemente de circuit de mare fiabilitate, în condiţii de lucru tot mai severe, apare posibilitatea rezolvării majorităţii problemelor majore, ridicate de practica măsurătorilor la talpa sondei atît în procesul de foraj, cît şi în cel de explorare şi exploatare a sondelor.

Dat fiind faptul că „prelucrarea" informaţiilor culese de la talpă are loc la suprafaţă, o problemă căreia i se acordă o atenţie deosebită atît peste hotare, cît şi în ţara noastră, este studiul canalului de comunicaţie fizic existent, fără utilizarea de cablu conductor, în procesul de forare cu garnitură rigidă.

Experimentări diverse încheiate cu rezultate pozitive, îndreptăţesc continuarea eforturilor de cercetare în acest sens.

Paralel cu studiul canalelor de comunicaţie şi a aparaturii de măsură aferente trebuie remarcate posibilităţile oferite de utilizarea metodelor statistice de prelucrare a informaţiilor transmise prin canale „zgomotoase" specifice procesului de foraj, prin folosirea tehnicii de corelare, analiză spectrală sau filtrare optimală.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Delacour, T. şi Thiery, T. Revue de L'Association Française de Techniciens du Pétrol nr. 187, 1968.
2. Burollet, M.P.F. Al şaselea Congres Naţional Francez de Petrol 4—7 iul., 1969, *La Boule*. Exploatarea zonelor Off-Shore.
3. Gracev, Iu. V. şi Valamov, V. P. Automaticeskîi kontrol v skvajinah pri burenii i ekspluatatii. Nedra, Moskva, 1968.
4. Sarkisov, I. K. Issledovanie ciastotnîh harakteristik kanala sviazi pri peredace elektriceskih signalov po trubam. Prikladnaia geofizika, nr. 56; Nedra, 1969.
5. Litvinov, S. I a. şi Sarkisov, I. K. Teorii ispolzovania trub kak elektriceskavo kanale sviazî.
6. Teodorov, A. S. Geofiziceskaia apparatura, nr. 36, 1968.
7. Deily, F. H. ş.a. O nouă sculă de cercetare în foraj arată ce se petrece în gaura de sondă. Oil Gas J., **66**, nr. 2, 1968.
8. Rulea, Gh. Tehnica frecvenţelor înalte. Bucureşti, 1971.
9. Pogarskii, A. A. Mehanizmî zaboinoi avtomatiki i teleizmerenii. Nedra, Moskva, 1965.
10. Popov, A. A. ş.a. Ustroistvo dlea geofiziceskovo issledovania skvajin v proţese burenia. Brevet U.R.S.S., nr. 226 739, 1968.
11. Molcianov, A. A. Geofiziceskaia apparatura, nr. 28, Nedra, Moskva, 1966.
12. Maurer, W. C. Metode noi în foraj, Ed. tehnică, Bucureşti, 1971.
13. Gracev, Iu. V. şi Varlamov, V.P. Avtomaticeskîi kontrol v skvajinah pri burenii i ekspluataţii, Moskva, 1963.
14. Melik, A. M. ş.a. Nefti i gaz, nr. 12, 1970.
15. Cartianu, Gh. Modulaţia de frecvenţă, Bucureşti, 1967.
16. Olănescu, M. Forajul sondelor şi exploatarea zăcămintelor de petrol şi gaze. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1966.
17. Rzaev, G. I. ş.a. Nefti i gaz, nr. 11, 1970.
18. Săvescu, M. Circuite electrice liniare. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1968.
19. Cartianu, Gh. Analiza şi sinteza circuitelor electrice. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1972.
20. Cutting, R. A. ş.a. Electronic Eng., oct. 1969.

# Considerații privind măsurarea vitezei de coroziune provocată de apele reziduale din exploatările petroliere

A. M. Athanasiadis

În industria petrolieră extractivă se vehiculează mari cantități de apă reziduală, extrasă din zăcăminte concomitent cu țițeiul. Pentru evitarea poluării apelor curgătoare și freatice, precum și datorită altor criterii, apele reziduale de zăcămînt nu mai sînt deversate, ci sînt folosite ca agent de lucru în cadrul proceselor de exploatare cu menținerea sau refacerea presiunii zăcămintelor de țitei prin injecție de apă.

Caracteristica generală a unor astfel de ape este faptul că sînt puternic mineralizate, conținutul de NaCl fiind predominant, și au un indice $pH < 7$, ceea ce le face să fie agresive.

Din acest motiv instalațiile foarte costisitoare construite special pentru aplicarea proceselor de injecție sînt supuse permanent acțiunii corosive a apelor reziduale și, în consecință, la un moment dat, încep să prezinte defecțiuni grave și chiar foarte grave.

În scopul reducerii agresivității apelor reziduale de zăcămînt, în șantierele petroliere pot fi adoptate mai multe procedee, oportunitatea aplicării lor fiind în funcție de o serie de criterii tehnico-economice. Pentru precizarea acestor criterii este necesar să se cunoască, printre altele, viteza de coroziune a mediului agresiv, deoarece aceasta constituie unul dintre principalii factori care stau la baza stabilirii oportunității menționate. De asemenea, viteza de coroziune constituie aproape în exclusivitate criteriul de bază în conducerea și controlul industrial al procedeelor de combatere a coroziunii, excepție făcînd procedeul de protejare a instalațiilor cu lacuri, rășini sau cauciuc.

Pentru măsurarea vitezei de coroziune există mai multe metode [1, 2, 3]. Cele mai multe dintre acestea folosesc epruvete (plăcuțe-martor) metalice, care, prin punerea în contact cu mediile agresive, se corodează și ca atare își modifică greutatea inițială. În consecință, determinarea în acest mod a vitezelor de coroziune se bazează pe pierderea de greutate a epruvetelor (pierdere de masă) și se exprimă în $g/m^2$. zi sau pe adîncimea de penetrație, exprimată în mm/an.

**Aprecierea rezultatelor măsurării vitezei de coroziune în laborator și în instalații**

Prin cercetările efectuate pînă în prezent s-a precizat că agresivitatea unui lichid depinde de mulți factori, dintre care o influență deosebită o are gradul de turbulență [4, 2], [5, 6]. Acest factor este însă foarte dificil de reprodus în laborator. De asemenea, în laborator se lucrează cu cantități finite de lichide agresive, în circuit închis. Din această cauză determinările sînt influențate de faptul că gradul de agresivitate al lichidului corosiv, în cazul în speță apa reziduală de zăcămînt, scade treptat în timp, pe măsură ce componenții dizolvați în aceasta reacționează cu epruvetele cu care vin în contact. Calcule efectuate în scopul proiectării unei aparaturi de laborator care să reproducă gradul de turbulență din șantiere și să folosească permanent ape reziduale de zăcămînt cu caracteristicile inițiale nemodificate au dus la concluzia că o astfel de aparatură este imposibil de realizat, aceste caracteristici neputînd fi obținute decît în instalații-pilot, amplasate chiar în șantier.

Din motivele arătate determinările de laborator nu pot duce, deci, decît la obținerea unor rezultate orientative, pe baza cărora este riscant să se treacă direct la faza de aplicare industrială a unui proces, respectiv la proiectarea și executarea unor instalații adecvate. În consecință, aplicarea unor procedee de combatere a coroziunii, inclusiv pecizarea tehnologiei de aplicare, precum și proiectarea și executarea instalațiilor necesare, nu se poate efectua decît după ce rezultatele orientative obținute în laborator au fost verificate sistematic în instalații-pilot, amplasate chiar în șantier.

**Dispozitive pentru montarea epruvetelor în instalații și în conducte**

În instalațiile industriale sau pilot, precum și în conducte, tehnica de măsurare a vitezelor de coroziune trebuie să fie de așa natură, încît epruveta să preia cît mai mult posibil toate

condițiile fizico-chimice existente în interiorul acestora.

Cu alte cuvinte ar trebui ca epruvetele să fie în așa fel construite și montate, încît să preia cît mai mult posibil complexitatea fenomenelor care se produc pe suprafețele interioare ale instalațiilor și ale conductelor. Mai mult, întrucît apele reziduale conțin diverse săruri care precipită (în general săruri de Ca) și se depun pe suprafețele interioare ale conductelor, epruvetele în cauză ar putea fi folosite și în scopul controlării depunerilor de crustă. Pentru a satisface aceste condiții, rezultă că epruvetele cele mai indicate ar fi chiar cele confecționate din segmente de perete de conductă, întrucît numai acestea ar putea avea exact raza de curbură a conductei în cauză, ar fi confecționate din aceeași calitate de metal din care este confecționată și conducta, iar amplasamentul acesteia ar fi de așa natură, încît ar prelua întocmai complexitatea fenomenelor amintite.

În R.S.R. s-a imaginat, construit și experimentat un dispozitiv pentru montat epruvete pe conducte, avînd la baza concepției acestuia ideile redate mai sus [7,8]. Din figura 1 se

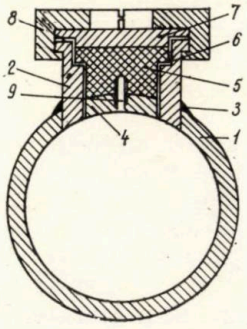



Fig. 1. Dispozitiv pentru montat — pe conducte — epruvete metalice cu profil identic cu al acestora : *1* — conductă ; *2* — corpul dispozitivului ; *3* — sudură ; *4* — epruvetă metalică ; *5* — suport din masă plastică pentru epruvetă ; *6* — garnitură din cauciuc ; *7* — capac metalic ; *8* — șarnieră pentru fixarea capacului ; *9* — șurub pentru fixarea epruvetei.

poate constata că dispozitivul a fost conceput în așa fel, încît plăcuțele-martor să fie amplasate în partea superioară, inferioară și laterală a conductei, pentru ca vitezele de coroziune măsurate cu aceste epruvete să poată permite o interpretare mai complexă a fenomenului. De asemenea, dispozitivele au fost montate pe o claviatură cu trecere de ocolire (by-pass) și cu robinete de secționare a curgerii (fig. 2), pentru ca epruvetele să poată fi vizitate fără întreruperea procesului tehnologic. În scopul accesibilității la manipularea și la vizitarea dispozitivelor, acestea se montează la suprafață, înseriate pe conductele pe care se urmărește să se efectueze măsurătorile de coroziune (fig. 3).

Aceste dispozitive au demonstrat însă unele aspecte negative, dintre care principalele sînt următoarele :

— cost ridicat datorită construcției relativ complicate ;

— necesită o întrerupere destul de mare a procesului tehnologic la montarea în serie, pe conducte sau la demontare ;

— robinetele de secționare a curgerii se defectează după un anumit timp de funcționare,

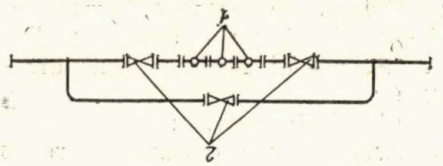



Fig. 2. Schema claviaturii cu trecere de ocolire (by-pass) : *1* — cupoane de conductă cu dispozitive pentru montat epruvete cu profilul identic cu cel al conductei, amplasate în partea superioară, laterală și inferioară a cupoanelor ; *2* — robinete pentru secționarea curgerii.

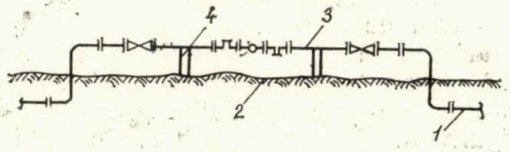



Fig. 3. Schema de montare a claviaturii cu trecere de ocolire : *1* — conductă îngropată ; *2* — suprafața solului, *3* — claviatura ; *4* — suporți.

datorită acțiunii corosive a apelor reziduale, astfel încît pentru vizitarea epruvetelor este necesară totuși întreruperea procesului tehnologic ;

— manipularea mecanismului de etanșare este greoaie, în special în condițiile de lucru cu ape care precipită săruri și depun crute ;

— mecanismul de fixare a epruvetelor se degradează destul de repede din cauza contactului permanent cu mediul corosiv și a depunerilor de crustă.

Datorită acestor inconveniente, dispozitivele arătate sînt dificile și greu de acceptat de către industrie. Ca urmare s-a ajuns să se lucreze cu un alt tip de dispozitiv [2, 7, 9]. Acest tip de dispozitiv (fig. 4), se fixează de conductă prin sudură. Epruveta este introdusă în interiorul conductei în mijlocul liniilor de curgere

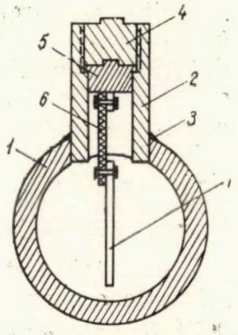



Fig. 4. Dispozitiv pentru fixat epruvete paralelipipedice în conducte, cu întreruperea curgerii lichidelor prin acestea : *1* — conductă ; *2* — corpul dispozitivului ; *3* — sudură ; *4* — dop filetat ; *5* — piesă pentru fixarea poziției epruvetei ; *6* — prelungitor din material plastic ; *7* — epruvetă.

ale lichidului vehiculat și ca atare este supusă unor condiții de lucru mai grele decît pereții conductelor, condiții care, într-o oarecare măsură, pot fi asemănătoare cu cele ce se realizează la schimbările de direcție a conductei, respectiv la curbe, coturi și teuri.

Cu toate acestea, rezultatele măsurătorilor de coroziune efectuate cu acest tip de dispo-

zitiv sînt considerate ca fiind suficient de corecte pentru a putea fi utilizate la măsurători industriale. În prezent, dispozitivul din figura 4 este folosit pe o scară destul de largă, în favoarea acestui fapt pledînd următoarele argumente:

— costul relativ scăzut;

— nu necesită o întrerupere prea mare a procesului tehnologic la montarea pe conductă;

— necesită întreruperea procesului tehnologic pentru vizitarea sau schimbarea epruvetelor, dar numai de scurtă durată;

— manipularea mecanismului de etanşare şi de montare sau de demontare a epruvetelor este extrem de simplă.

O variantă a acestui tip de dispozitiv, pentru cazul în care întreruperea procesului tehnologic nu este indicată sau posibilă, este cea redată în figura 5. Acest dispozitiv, în schimbul

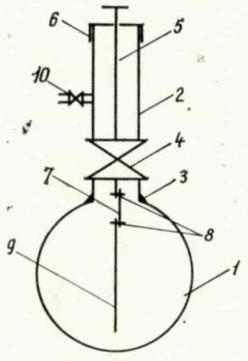



Fig. 5. Schema dispozitivului pentru montat epruvete paralelipipedice în conducte, fără întreruperea curgerii lichidelor: *1* — conductă; *2* — corpul dispozitivului; *3* — sudură; *4* — robinet pentru izolarea dispozitivului de conductă; *5* — tijă pentru manevrarea şi fixarea poziţiei epruvetei; *6* — presetupă; *7* — prelungitor din material plastic; *8* — şuruburi de fixare; *9* — epruvetă; *10* — robinet pentru scurgerea presiunii.

eliminării întreruperii procesului tehnologic pentru montarea, vizitarea sau schimbarea epruvetelor, are un cost ceva mai ridicat şi necesită, pentru montaj, o durată mai mare de întrerupere a procesului tehnologic. Totuşi, datorită posibilităţii de defectare, în timp, a robinetului de secţionare (datorită acţiunii corosive a mediului de lucru), în care caz avantajul de bază se anulează, oportunitatea folosirii acestuia trebuie foarte bine analizată.

**Forma, dimensiunea şi pregătirea epruvetelor**

Epruvetele metalice folosite la măsurarea vitezelor de coroziune trebuie să aibă dimensiuni conform cărora să se încadreze în limitele admisibile de cîntărire, cu minimum de eroare, la balanţele analitice. De asemenea, întrucît marea majoritate a măsurătorilor se efectuează cu dispozitive de tipul celor redate în figurile 4 şi 5, forma predominantă a acestora este cea de paralelipiped.

Cît priveşte dimensiunile, acestea depind de geometria sistemului, de agresivitatea mediului cu care vor veni în contact şi de timpul cît vor fi menţinute în contact cu acest mediu. Deşi tendinţa este ca suprafaţa de contact cu mediul corosiv să fie de peste 100 cm² [1], din motive constructive această tendinţă nu poate fi în întregime satisfăcută. De menţionat că, în cazul conductelor, este indicat ca epruveta să fie în aşa fel introdusă în conductă, încît să cuprindă cea mai mare parte din diametru, dar fără să se atingă de suprafaţa interioară, iar liniile de curgere ale lichidului să fie întîmpinate de latura mică a epruvetei. Cu alte cuvinte, planul secţiunii longitudinale a epruvetei să se cufunde cu unul dintre planurile axiale ale conductei.

Epruvetele metalice cu diametrul de 3 × × 20 × 100 mm, pentru conducte cu diametre mai mari de 4 in (maximum 12 3/4 in) şi cu dimensiuni de 3 × 20 × 50 mm, pentru conducte cu diametre de 4 in şi mai mici (minimum 2 in) au fost folosite cu rezultate bune la măsurarea vitezei de coroziune provocate de unele ape reziduale de zăcămînt din R.S.R.

Pentru comparabilitatea rezultatelor între mai multe calităţi de ape reziduale, între condiţii diferite de lucru şi altele este indicat ca epruvetele să fie confecţionate dintr-un sortiment unic de metal (de exemplu OL—38 laminat, cel mai frecvent folosit în instalaţiile industriale obişnuite) şi să aibă aceleaşi dimensiuni, chiar dacă în legătură cu aceste condiţii s-ar naşte obiecţiuni.

Suprafaţa epruvetelor poate fi şlefuită sau sablată. Se poate considera ca rezultate mai corecte pot fi obţinute cu epruvete sablate, deoarece rugozitatea acestora este mai apropiată de rugozitatea suprafeţelor interioare ale foarte multor instalaţii, inclusiv conductele. În acest mod deci, se apreciază că măsurătorile vor putea respecta, în mare măsură, unul dintre criteriile de similitudine specifice acestora. Cît priveşte epruvetele lustruite, acestea ar urma, pe baza aceloraşi considerente, să fie folosite numai în cazurile în care şi utilajele asupra cărora acţionează mediul corosiv studiat ar avea, de asemenea, suprafeţele interioare lustruite.

**Condiţii pentru măsurarea corectă a vitezei de coroziune în instalaţii şi în conducte**

O caracteristică generală a rezultatelor măsurării vitezelor de coroziune o constituie faptul că în majoritatea cazurilor acestea sînt relativ diferite, chiar în acelaşi punct al instalaţiei. Din acest motiv, pentru ca valorile obţinute să poată fi interpretate cît mai corect, este necesar să se efectueze mai multe măsurători. Se consideră că, în cazul în care rezultatele obţinute prezintă diferenţe ce pot fi apreciate ca acceptabile, numărul minim de măsurători ce trebuie efectuat este de trei. În caz contrar, numărul măsurătorilor trebuie mărit. De asemenea, în special în cazul conductelor, dispozitivele pentru

măsurat viteza de coroziune trebuie în aşa fel amplasate, încît rezultatele măsurătorilor să poată duce şi la interpretarea fenomenului, atît din punctul de vedere al lungimii şi al profilului traseului conductei, cît şi din punctul de vedere al debitului, respectiv al gradului de turbulenţă.

Din cele de mai sus, rezultă că este necesar să se efectueze un număr relativ mare de măsurători, pentru fiecare condiţie de funcţionare a unei instalaţii, ceea ce va necesita un timp destul de îndelungat. Din această cauză, (precum şi datorită faptului că, în general, industria solicită ca rezolvarea problemelor tehnice la care întîmpină dificultăţi să se facă într-un timp cît mai scurt) şi în cazul problemelor de combatere a coroziunii, mulţi specialişti care se ocupă de rezolvarea acestora sînt tentaţi să considere sau să accepte ca durata de contact a epruvetelor cu mediul corosiv să fie scurtă.

Măsurători ale vitezei de coroziune a apei reziduale de zăcămînt, efectuate sistematic în acest scop, în două şantiere petroliere din R.S.R. au dus însă la rezultate a căror variaţie medie în timp este redată în figurile 6, 7 şi 8. Prin interpretarea acestor rezultate se constată următoarele :

— în toate etapele de măsurători (cîte trei la fiecare şantier) s-a constatat că, cu cît durata unei măsurători este mai mică (de ordinul cîtorva zile), viteza de coroziune rezultată este mai mare şi viceversa ;

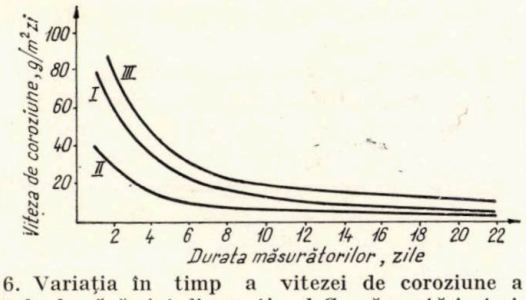



Fig. 6. Variaţia în timp a vitezei de coroziune a apei reziduale de zăcămînt din şantierul *C*, măsurată în trei etape (I. II, III).

— diferenţele încep să se micşoreze după un interval de timp mai îndelungat ;

— cu cît vitezele de coroziune rezultate după măsurători efectuate într-un interval de timp foarte scurt (1—2 zile) sînt mai mari, cu atît şi intervalul de timp după care curba variaţiei în timp a acestuia se aplatizează este, la rîndul ei, mai mare şi viceversa.

Aceste rezultate s-ar putea explica prin faptul că la punerea în contact a epruvetei cu mediul corosiv, reacţiile chimice şi electrochimice dintre acesta şi materialul epruvetei sînt, iniţial, intense, rezultînd astfel o viteză de coroziune mare. Urmarea acestor reacţii este faptul că se produc alte substanţe, denumite în mod curent produse ale coroziunii, care rămîn aderate pe suprafaţa metalului epruvetei, creînd în acest fel un strat de protecţie între metal şi mediul corosiv. Acest strat încetineşte intensitatea reacţiilor chimice şi electrochimice dintre mediul corosiv şi metal, producînd fenomenul cunoscut sub denumirea de „pasivitatea metalelor" [6].

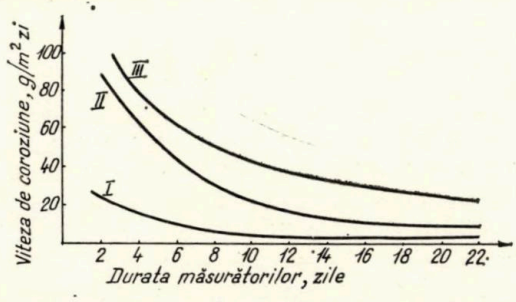



Fig. 7. Vraiaţia în timp a vitezei de coroziune a apei reziduale de zăcămînt din şantierul *T*, măsurată în trei etape (I, II, III).

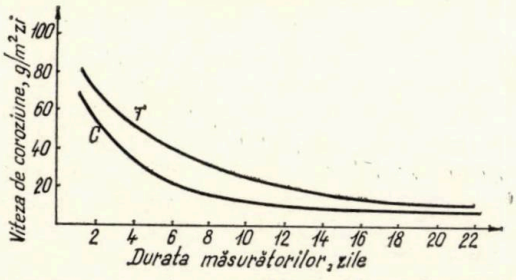



Fig. 8. Variaţia în timp a mediilor vitezei de coroziune a apei reziduale de zăcămînt din şantierele *C* şi *T*, după trei etape de măsurători.

Dar fenomenul de pasivitate a metalelor se produce şi în interiorul instalaţiilor şi conductelor care, de cele mai multe ori, în momentul în care încep măsurătorile, sînt deja puse în funcţiune de un timp apreciabil. Aceasta înseamnă că, în momentul începerii măsurătorilor, viteza de coroziune care se produce asupra suprafeţelor metalice interioare ale instalaţiilor şi conductelor nu poate fi în nici un caz aceea rezultată prin măsurători cu o durată de cîteva zile, ci, în cel mai bun caz, poate fi apropiată de aceea care rezultă prin măsurători cu o durată mai îndelungată. Rămîne însă de precizat cît de îndelungată este această durată.

Din figura 9 se poate constata că pentru măsurători cu o durată de 5 zile, la şantierul *C* abaterea relativă poate fi de circa 250%, iar la şantierul *T*, aceasta poate fi de circa 500%.

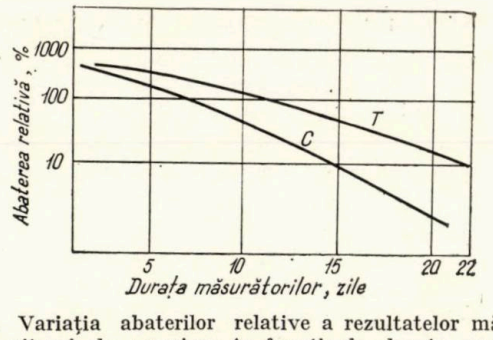



Fig. 9. Variaţia abaterilor relative a rezultatelor măsurătorilor vitezei de coroziune în funcţie de durata acestora.

Pentru durate mai mici, aceste abateri relative cresc la procentaje mult mai mari.

Totuşi trebuie admis că, întrucît în general la orice măsurare se face o anumită eroare şi pentru cazul măsurărilor industriale, ale vitezei de coroziune eroarea admisibilă poate fi acceptată ca fiind de $\pm 5\,\%$—$10\,\%$. Din figura 9 se constată că pentru şantierul $C$, aceste erori (abateri) admisibile pot fi obţinute în cazul măsurătorilor cu o durată cuprinsă între 15 şi 20 zile, iar în cazul şantierului $T$ între o durată de 22 şi, prin extrapolare, pînă la 30 de zile.

De asemenea, avîndu-se în vedere faptul că în şantierul $C$ măsurătorile care au stat la baza interpretărilor în cauză s-au efectuat pe o conductă în care s-a realizat o turbulenţă cu un număr Reynolds de circa 300, iar în şantierul $T$ pe o conductă în care s-a realizat o turbulenţă de $Re \cong 2\,000$, se poate emite ipoteza că durata admisibilă pentru măsurarea vitezei de coroziune creşte o dată cu gradul de turbulenţă din conducte sau din instalaţii.

Astfel, pe baza rezultatelor obţinute în cele două şantiere se poate considera că pentru turbulenţe cu $Re = n.10^2$, în care $n = 1 \div 9$, durata minimă admisibilă pentru măsurarea vitezei de coroziune este de circa 15 zile, iar pentru turbulenţe cu $Re = n.10^3$ ($n = 1 \div 9$), durata minimă admisibilă este de circa 22—25 de zile.

De asemenea, întrucît în instalaţii şi în special în conducte, gradul de turbulenţă are în orice caz un $Re = n.10^2 \div n\,10^3$, în care $n = 1 \div 9$, problema poate fi interpretată şi în linii mai generale, astfel încît să se poată considera că durata minimă admisibilă pentru măsurarea vitezei de coroziune este cuprinsă între 15 şi 25 de zile, de la caz la caz.

Ca o consecinţă a celor redate mai sus se poate susţine că, în general, tehnica măsurării vitezei de coroziune în instalaţiile industriale şi în conducte este de foarte mare importanţă pentru cei care se ocupă de combaterea coroziunii şi în special trebuie acordată o atenţie deosebită duratei măsurătorilor respective.

**Concluzii**

1. Cele mai multe tehnici de măsurare a vitezei de coroziune folosesc epruvete metalice şi se bazează pe pierderea de greutate (de masă) a acestora.

2. Datorită imposibilităţii de reproducere a unor factori cu mare influenţă asupra vitezei de coroziune, rezultatele obţinute prin determinări de laborator nu pot fi decît orientative.

Rezultatele concludente, pe baza cărora să se poată preciza tehnologia de aplicare a unui procedeu de combatere a coroziunii, precum şi proiectarea şi executarea amenajărilor necesare nu pot fi obţinute decît în instalaţii-pilot sau direct în instalaţii industriale.

3. Tehnica măsurării vitezei de coroziune este necesar să urmărească ca epruvetele să preia cît mai mult posibil complexitatea fenomenelor care se produc pe suprafeţele interioare ale instalaţiilor şi conductelor.

Dispozitivele pentru fixarea epruvetelor în instalaţii şi în conducte trebuie să fie ieftine, şi uşor de manipulat, iar pentru montarea acestora şi schimbarea epruvetelor să fie suficientă o întrerupere a procesului tehnologic pe o durată cît mai scurtă.

4. Pentru satisfacerea condiţiilor necesare, forma cea mai convenabilă a epruvetelor se pare a fi cea de paralelipiped.

Deşi se recomandă ca suprafaţa epruvetelor să fie de peste 100 cm², din motive constructive această suprafaţă nu poate fi în întregime respectată. Rezultate bune s-au obţinut şi cu epruvete cu dimensiuni de $3 \times 20 \times 100$ mm sau $3 \times 20 \times 50$ mm în funcţie de diametrul conductelor.

5. Pentru comparabilitatea rezultatelor între mai multe calităţi de ape reziduale şi între condiţii de lucru diferite, este indicat ca epruvetele să fie confecţionate din acelaşi sortiment de metal, cu caracteristici cunoscute.

6. Rezultate mai corecte pot fi obţinute cu epruvete sablate, rugozitatea acestora fiind mai apropiată de rugozitatea suprafeţelor interioare ale instalaţiilor. Epruvetele lustruite pot fi folosite ţinîndu-se însă seama de aceasta la interpretarea rezultatelor.

7. Pentru a obţine rezultate medii concludente este necesar să se repete măsurătorile pînă cînd determinările indică valori relativ apropiate.

8. În scopul aprecierii corecte a vitezei de coroziune, în cazurile studiate, durata minimă admisibilă a unei măsurători a rezultat că este de circa 15 zile, pentru turbulenţe cu Re de ordinul $10^2$, şi de circa 22—25 de zile, pentru turbulenţe cu Re de ordinul $10^3$. La durate mai mici ale măsurătorilor se pot obţine erori foarte mari.

**BIBLIOGRAEIE**


1. * * * 1965 Book of ASTM Standards, Part 23, Industria Water; Atmospheric Analysis, ASTM Designation: D 2358—65 T.
2. Constantinescu, Al. şi Socol, S. Revista de Coroziune, 1, 1971, nr. 1, ian.—mart.
3. Athanasiadis, A. Cercetări privind combaterea coroziunii apelor reziduale de zăcămînt. Tema P.18. 43.5/1970, ICPTG — Cîmpina.
4. Johnstone, R. E. şi Thring, M. W. Pilot Plants und Scale-up Methods in Chemical Engineering, cap. 18, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, Toronto, London, 1957.
5. Drimus, I. Revista de Coroziune, 2, 1971, nr. 1, ian.—mart.
6. Hagymaş, Gh., Firoiu, C. şi Radovici, O. Coroziunea şi protecţia metalelor, Ed. tehnică, Bucureşti, 1963.
7. Athanasiadis, A. Elaborarea unor piloţi pentru studiul combaterii coroziunii apelor reziduale. Tema P—18.43.2/1967, ICPTG — Cîmpina.
8. Iosifescu, L. Brevet R.S. România, nr. 51, 144.
9. Bilhartz, H. L. Are We Making Water Systems Too Complex? AIME Water Flooding, nr. 2.

# PILELE CU HIDROCARBURI— FORMĂ SUPERIOARĂ DE VALORIFICARE A COMBUSTIBILILOR NATURALI

## II. Sisteme cu reformarea hidrocarburilor

**Maria Mavrodin-Tărăbîc, Ioana Onaca şi I Solacolu**

Aşa cum s-a arătat într-o primă lucrare [1], hidrocarburile pot fi utilizate drept combustibili eficienţi în sursele chimice de curent, reacţia care stă la baza producerii curentului electric fiind electrooxidarea catalitică directă a hidrocarburilor — procedeu modern de valorificare a combustibililor naturali. Acest procedeu, denumit „oxidarea directă", este ilustrat în primul rînd al schemei din figura 1 şi

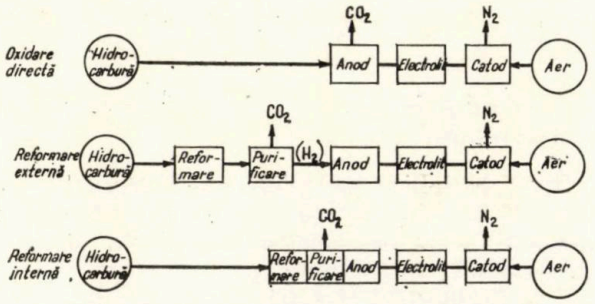



Fig. 1. Schemele de principiu ale pilelor cu hidrocarburi.

constă în electrooxidarea anodică a hidrocarburii pe un catalizator adecvat, în pile care pot folosi electrolit acid sau alcalin.

Deşi oxidarea electrocatalitică directă a hidrocarburilor reprezintă procedeul cel mai interesant, totuşi problemele nerezolvate legate de preţul catalizatorului şi de consumul de masă catalitică, de coroziune şi de eficienţa electrochimică a reacţiilor, au limitat dezvoltarea industrială a acestui procedeu.

În procesul de electrooxidare catalitică directă a hidrocarburilor apar dificultăţi datorate, pe de o parte mecanismului specific oxidării acestora, care implică desfacerea legăturilor C—H şi C—C existente în combustibil, şi pe de altă parte apariţiei, ca rezultat al oxidării, a bioxidului de carbon, ceea ce face improprie utilizarea în pile a electroliţilor alcalini cu caracteristici superioare. Pentru eliminarea acestor inconveniente, s-au imaginat sisteme care să transforme combustibilul primar (hidrocarbura) într-un combustibil secundar mai uşor oxidabil în pile (hidrogenul). Aceste sisteme poartă denumirea de pile cu hidrocarburi „cu reformare" şi sînt ilustrate de rîndurile al doilea şi al treilea ale schemei din figura 1. Deşi transformarea combustibilului primar într-unul secundar se realizează cu o oarecare pierdere de energie, caracteristicile electrochimice ale acestui combustibil secundar (hidrogenul) — simplitatea reacţiilor, catalizatori mult mai ieftini şi consumul mult mai mic de masă catalitică, posibilitatea utilizării fără pericol a unor electroliţi alcalini, coroziunea mult redusă a instalaţiilor — fac ca sistemele de pile cu hidrocarburi cu reformare să fie un procedeu avantajos de conversie a energiei chimice a hidrocarburilor în energie electrică.

Un alt avantaj deosebit de important al sistemelor cu reformare este acela că permit utilizarea drept combustibil a unor hidrocarburi cu un număr mare de atomi de carbon în moleculă şi a unor fracţiuni petroliere, spre deosebire de sistemele cu oxidare directă care reclamă utilizarea drept combustibil a unor hidrocarburi pure şi scumpe (propan şi butan).

### 1. Sistemul de reformare externă

Pila cu hidrocarburi cu sistem de reformare externă, prezentată schematic în figura 2, se bazează pe folosirea unor reformatoare de hidrocarbură separate de pila propriu-zisă, în scopul extragerii hidrogenului conţinut de o hidrocarbură lichidă.

Sistemul prevede, într-o primă fază, reformarea catalitică a hidrocarburii, urmată de extragerea hidrogenului pur din gazele cracate

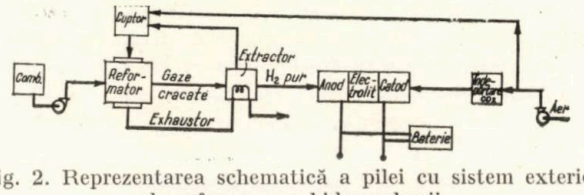



Fig. 2. Reprezentarea schematică a pilei cu sistem exterior de reformare a hidrocarburii

într-un extractor şi oxidarea acestuia într-o pilă de tip hidrogen-oxigen cu electrolit acid. Catodul acestei pile este alimentat cu aer liber de bioxid de carbon. Restul de gaze cracate rămas după extragerea hidrogenului este combustionat în amestec cu aer într-un cuptor, care furnizează energia termică necesară procesului din reformator.

Hidrogenul, produs din hidrocarbură printr-un procedeu convenţional de reformare, este

interesant din punct de vedere economic, mai ales că în ultima vreme s-au realizat importante progrese în ceea ce priveşte miniaturizarea instalaţiilor de reformare.

Utilizarea electroliţilor acizi în sistemele cu reformare externă prezintă inconveniente legate de stabilitatea în mediu acid a electrocatalizatorului şi de otrăvirea acestuia cu urmele de oxid de carbon din hidrogenul obţinut prin reformarea hidrocarburii.

Un alt dezavantaj al sistemelor cu reformare externă constă în necesitatea de a lucra la temperaturi de circa 600°C, pentru a produce cantităţi semnificative de hidrogen, şi necesitatea controlului permanent al vitezei de producere a hidrogenului pentru a regla alimentarea pilei cu combustibil.

Aplicarea viitoare pe scară largă a pilelor cu hidrocarburi cu reformare externă depinde atît de obţinerea unor densităţi de curent mari în pilă, cît şi de protejarea catalizatorului de reformare de impurităţile sulfuroase conţinute de hidrocarburile lichide.

## 2. Sisteme cu reformare internă

Principiul de funcţionare al pilelor cu hidrocarburi cu sistemul de reformare inclus în anod este reprezentat schematic în figura 3.

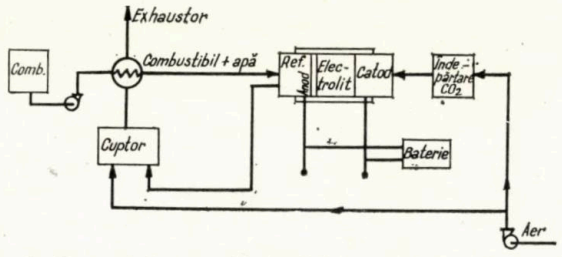



Fig. 3. Reprezentarea schematică a pilei cu hidrocarburi cu sistemul de reformare încorporat în compartimentul anodic.

Pila cu reformare internă reprezintă un procedeu deosebit de interesant, deoarece elimină unele dintre dezavantajele pilelor cu reformare externă enumerate mai înainte. În cadrul acestui procedeu, sistemul de reformare al hidrocarburii şi anodul pilei cu combustibil sînt aşezate într-un sistem unitar, în compartimentul anodic al pilei cu combustibil. Hidrocarbura lichidă împreună cu cantitatea de apă necesară pentru reformare, încălzită la temperatura de lucru, este introdusă în compartimentul anodic al pilei, unde are loc mai întîi reformarea catalitică a hidrocarburii la hidrogen şi oxid de carbon. Hidrogenul difuzează printr-o membrană de paladiu (anodul pilei) şi se oxidează electrochimic, în timp ce oxidul de carbon este îndepărtat din compartimentul anodic şi combustionat într-un cuptor, care asigură căldura necesară încălzirii amestecului hidrocarbură — apă înainte de reformare. Pila foloseşte un electrolit alcalin şi drept catod utilizează un electrod de gaz alimentat dinamic cu aer lipsit de bioxid de carbon.

Includerea reformatorului şi anodului pilei în acelaş compartiment prezintă avantajul asigurării căldurii necesare reacţiei endoterme de reformare pe seama căldurii degajate în reacţia de electrooxidare a hidrogenului în pilă.

Un alt avantaj faţă de sistemele cu reformare externă este acela că utilizarea membranei de paladiu drept anod împiedică difuzia oxidului de carbon spre electrolit şi implicit, carbonatarea acestuia, permiţînd în acest fel folosirea în pile a electroliţilor alcalini cu performanţe superioare.

Posibilitatea utilizării în pile drept combustibil anodic a hidrogenului impurificat (studii recente au arătat că prezenţa în hidrogen a unei cantităţi de pînă la 10% oxid de carbon nu scade sensibil performanţele pilei [2]) permite reducerea sensibilă a preţului de cost al energiei electrice furnizate de o pilă cu hidrocarburi cu sistem de reformare internă.

## 3. Electroliţi în pile cu hidrocarburi cu sisteme de reformare

Spre deosebire de pilele cu hidrocarburi cu oxidare directă, în care electrolitul folosit nu poate fi decît un electrolit acid, în pilele cu hidrocarburi cu sisteme de reformare se pot utiliza fie electroliţi acizi, fie electroliţi alcalini (fig. 4).

Pilele cu sistem de reformare externă cu electrolit acid (rîndul al doilea al schemei din figura 4) prezintă unele dintre dificultăţile sistemelor de oxidare directă referitoare la stabilitatea în mediu acid a electrocatalizatorului şi otrăvirea acestuia cu urmele de oxid de carbon conţinute de hidrogen.

Utilizarea electroliţilor alcalini într-o pilă cu sistem de reformare externă (rîndul al treilea al schemei din figura 4) impune introducerea

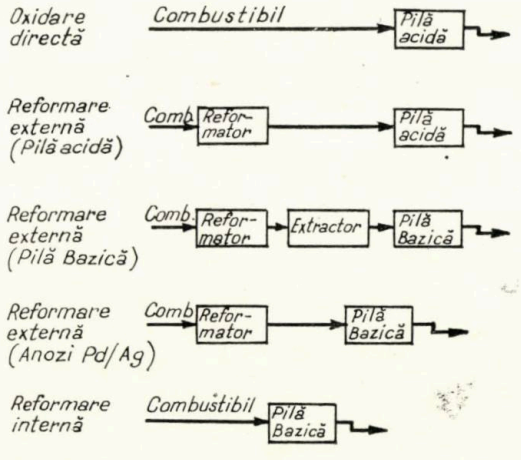



Fig. 4. Diferite sisteme de pile cu hidrocarburi.

în instalație, între reformator și pilă, a unui extractor de hidrogen în scopul îndepărtării oxidului de carbon din gazele cracate; introducerea acestui extractor nu îndepărtează însă complet pericolul carbonatării electrolitului alcalin. Acest inconvenient a fost îndepărtat prin folosirea în pilă a unor anozi de paladiu-argint, prin care are loc difuzia selectivă a hidrogenului către electrolit (rîndul al patrulea al schemei din figura 4).

Ultimul rînd al schemei din figura 4 ilustrează sistemul de pilă cu hidrocarburi cu reformare internă, cu reformatorul inclus în compartimentul anodic și cu anozi de difuzie pe bază de paladiu, care nu prezintă nici unul dintre inconvenientele enumerate mai înainte.

## 4. Sisteme de pile cu hidrocarburi reformate

### 4.1. *Sisteme cu reformare externă*

Catalizatorii pe bază de platină nu pot fi utilizați în pilele cu hidrocarburi cu sistem de reformare extern care lucrează la temperatură joasă, din cauza otrăvirii cu oxidul de carbon conținut de hidrogenul separat din gazele de cracare; ei pot fi însă folosiți în pilele ce lucrează la o temperatură mai mare de 150°C și care utilizează drept electrolit soluții concentrate de acid fosforic (85%). O astfel de pilă a prezentat performanțe electrochimice bune, de ordinul a 100 mA/cm² la tensiuni de 0,7—0,8 V[2]. Utilizarea electrolitului acid în acest tip de pilă prezintă avantajul îndepărtării fără complicații a bioxidului de carbon rezultat în urma oxidării urmelor de oxid de carbon din hidrogenul extras din gazele de cracare.

În figura 5 sînt prezentate caracteristicile unor pile care folosesc drept combustibil hidrogen impur.

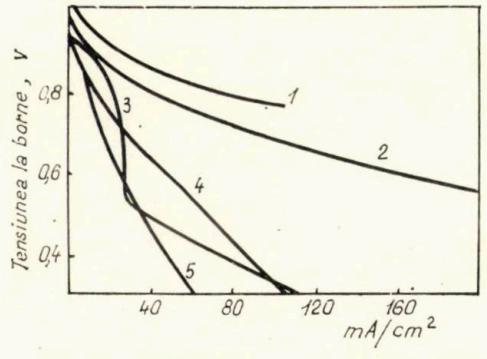



Fig. 5. Caracteristicile unor pile care folosesc drept combustibil hidrogen impur.

*1* — (90% $H_2$ + 10% CO) $Pt/H_3PO_4$ 100%/Pt (aer), 150°C[2]
*2* — (78% $H_2$ + 2% CO + 20% $CO_2$) Pt — Ru (40%)/$H_2SO_4$ 5N/Pt (aer) 85°C [3]
*3* — Idem, la 25°C [3]
*4* — (80% $H_2$ + 20% $CO_2$) $Pt/H_2SO_4$/Pt (aer), 65°C [4]
*5* — (78% $H_2$ + 2% CO + 20% $CO_2$) $Pt/H_2SO_4$ 5N/Pt (aer), 85°C [3].

Studii recente au arătat că viața catalizatorilor de platină poate fi mult mărită prin reducerea la minimum posibil a conținutului de oxid de carbon din hidrogen [5].

### 4.2. *Sisteme cu reformare internă*

Reprezentarea schematică a unei pile cu hidrocarburi cu sistemul de reformare inclus în compartimentul anodic este arătată în figura 6.

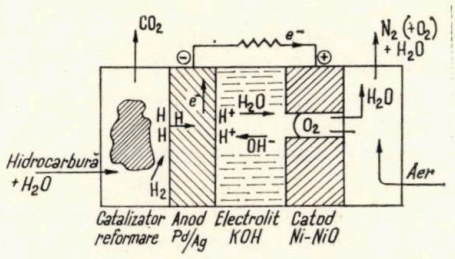



Fig. 6. Pila cu hidrocarburi cu reformare internă.

Acest tip de pilă folosește drept anozi difuzori pe bază de paladiu [6]; cu electrolit alcalin (hidroxid de potasiu 85%) și la temperatura de 250°C se pot obține densități de curent pînă la 100 mA/cm² la o tensiune de 0,6—0,7 V, folosind drept combustibil fracțiuni ușoare (gazoline) [9].

În figura 7 sînt prezentate performanțele unor pile cu sistemul de reformare incorporat în compartimentul anodic.

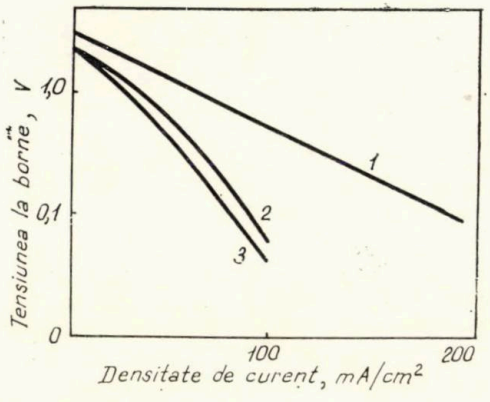



Fig. 7. Caracteristicile unor pile cu hidrocarburi cu sistemul de reformare încorporat în spațiul anodic.

*1* — ($CH_3OH$) Pd—Ag/KOH/Ni—NiO (aer), 200°C [7]
*2* — ($CH_4$) Pd—Ag/KOH/Ni—NiO (aer), 260°C [8]
*3* — (gazoline) Pd—Ag/KOH/Ni—NiO (aer), 250°C [9]

## 5. Concluzii

1. Pilele cu hidrocarburi cu sisteme de reformare înlătură dezavantajele pilelor cu oxidare directă (eficiența electrochimică redusă a reacțiilor, consum mare de masă catalitică, coroziunea instalațiilor) și reprezintă un pro-

cedeu avantajos de conversie a energiei chimice a combustibilului în energie electrică.

2. Cu toate că la transformarea combustibilului primar (hidrocarbura) într-un combustibil secundar mai comod de oxidat (hidrogenul) se înregistrează o oarecare pierdere de energie, caracteristicile deosebite ale hidrogenului — necesitatea unor electrocatalizatori ieftini, posibilitatea de a se efectua electrooxidarea în mediu alcalin — recomandă pilele cu sisteme de reformare a hidrocarburilor ca surse chimice de curent superioare pilelor cu oxidare directă.

3. Spre deosebire de pilele cu hidrocarburi cu oxidare directă care reclamă utilizarea drept combustibil a unor hidrocarburi pure și cu un număr redus de atomi de carbon, pilele cu hidrocarburi cu sisteme de reformare permit electrooxidarea unor combustibili impuri (fracțiuni petroliere) și cu un număr mare de atomi de carbon.

4. Dintre sistemele de reformare folosite în pilele cu hidrocarburi se remarcă în mod deosebit sistemele incluse în compartimentul anodic, care înlătură dezavantajele sistemelor de reformare exterioară (catalizatori scumpi și consum mare de masă catalitică, coroziunea avansată a instalației datorate folosirii electroliților acizi), permițînd obținerea unor densități de curent ridicate, chiar și în cazul utilizării drept combustibil anodic a unui hidrogen cu pînă la 10% oxid de carbon, datorită folosirii drept anod în pilă a unor membrane de difuzie pe bază de paladiu, care realizează electrooxidarea selectivă a hidrogenului.

5. Avînd în vedere randamentele ridicate realizate în conversia energiei chimice a combustibilului în pilele cu hidrocarburi, rezolvarea problemelor legate de prețul electrocatalizatorilor și consumul de masă catalitică va permite obținerea de energie electrică la un preț de cost suficient de scăzut, încît să concureze energia electrică ieftină obținută prin procedeele clasice.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Mavrodin-Tărăbîc, M., Onaca, I. și Solacolu, I. Petrol și gaze, 23, nr. 9.
2. Frysinger, G. R. Proc. Ann. Power Sources Conf. *19*, 1965, p. 11.
3. Williams, K. R. Introduction to Fuel Cells, Elsevier Publ., New York, 1966, p. 303.
4. Leitz, F. B., Glass, W. și Fleming, D. K. Hydrocarbon Fuel Cell Technology, ed. Backer, B. S., Academic Press, New York, 1965, p. 37.
5. Williams, K. R. și Dixon, A. G. Adv. Chem. Ser. nr. 90, 1969, p. 366.
6. Chodosh, S. M. și Oswin, H. G. Adv. Chem. Ser. nr. 47, 1965, p. 61.
7. Hartner, A. J. și Vertes, M. A. Proc. Am. Inst. Chem. Eng. Inst. Chem. Eng. Joint meeting, London, 1965, p. 12.
8. Gregory, D. P. și Heilbronner, H. "Hydrocarbon Fuel Cell Technology", ed. Backer, B.S., Academic Press, New York, 1965, p. 509.
9. Vertes, M. A. și Hartner, A. J. Comptes rendus des Troisième Journées Internationales des piles à combustible, SERAI, Bruxelles, 1965, p. 63.

# Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării III. Cifra octanică şi caracteristicele de distilaţie ale amestecurilor de benzine

G. Ausländer

## A. Cifra octanică a amestecurilor de benzine

Variaţia neliniară a cifrei octanice cu compoziţia amestecurilor de benzine a fost semnalată de numeroase lucrări. Dubois Eastman (1) a prezentat date despre cifra octanică după metoda Motor şi metoda Research a unor amestecuri binare de benzine, cu şi fără tetraetil de plumb, iar Bogen şi Nichols [2] au elaborat, pe baza unui bogat material experimental, relaţii grafice pentru estimarea cifrei octanice a amestecurilor multicomponente de benzine.

Metodele mai vechi, dar încă folosite în industrie [1, 3] şi unele metode moderne de estimare a cifrei octanice a amestecurilor [4—10] nu sînt adecvate pentru programare deoarece aceste metode se bazează fie pe folosirea exclusivă a unor grafice, abace, sau diagrame, fie pe folosirea combinată a unor relaţii algebrice cu constante care se determină la rîndul lor tot prin grafice.

Relaţia de aditivitate liniară :

$$N = \sum_{i=1}^{n} x_i N_i \qquad (1)$$

unde :

$N$ este cifra octanică a amestecului ;

$N_i$ — cifra octanică a componentului $i$ ;

$x_i$ — fracţiunea volumetrică a componentului $i$, folosită în modelele de programare menţionate în partea I-a [12] este desigur un paleativ care nu poate asigura precizia necesară în cazul unei aplicări industriale.

Posibilitatea calculării cifrei octanice a amestecurilor multicomponente prin relaţii algebrice neliniare, fără folosirea de grafice, a fost semnalată de Ausländer în 1964 [11]. Ecuaţia propusă a fost :

$$\sum_{i=1}^{n} a_i x_i (N - N_i) = 0. \qquad (2)$$

unde $a_i$ sînt constante determinate din date experimentale.

Scopul acestui studiu este stabilirea gradului de precizie a acestei ecuaţii în cazul particular al datelor experimentale ale lui Bogen şi Nichols [2]. Motivul principal pentru care metoda s-a verificat cu ajutorul unor date publicate în literatură şi nu cu ajutorul unor date proprii a fost următorul : ecuaţia (2) nu trebuie interpretată ca o relaţie de amestec cu caracter general, în sensul că dacă se determină o dată constantele $a_i$ ecuaţia va putea fi folosită în toate cazurile similare ; ecuaţia (2) nu poate constitui altceva decît o metodă de calcul cu caracter limitat, aplicabil numai la anumiţi componenţi de moment, asupra cărora se aplică studiul de programare. Cu alte cuvinte fiecare exerciţiu industrial de programare va implica determinarea prin metoda de programare însăşi a constantelor $a_i$ ale componenţilor respectivi. De aceea, aplicabilitatea metodei, în principiu, se poate verifica pe orice set de date experimentale. Trebuie subliniat că pentru verificare s-a ales tocmai studiul cel mai bogat cuprinzînd aproape 400 de determinări de cifră octanică.

Lucrarea lui Bogen şi Nichols prezintă date experimentale despre 19 amestecuri, în sisteme binare, ternare şi cuaternare, componenţii fiind o benzină de distilaţie primară, o benzină de cracare catalitică, o benzină de cracare termică şi o benzină polimer. Lucrarea citată prezintă cifra octanică a amestecurilor neetilate, precum şi a amestecurilor obţinute cu toţi componenţii etilaţi la acelaşi nivel, fie de 1 ml, fie 3 ml tetraetil la un gallon de benzină. Pentru fiecare amestec se prezintă valoarea cifrei octanice determinată în laborator prin metodele denumite F-1 şi F-2, precum şi pe „teren" prin metoda denumită F-8 B. Pentru cifra octanică F-8 B se indică trei valori, corespunzînd la 1000, 2000 şi 3000 turaţii pe minut.

Pentru scopul urmărit în lucrarea de faţă, semnificaţia fizică a acestor determinări de cifră octanică nu are vreo importanţă ; ceea ce interesează este exclusiv posibilitatea de a elabora o metodă de calcul capabilă să redea dependenţa cifrei octanice (determinată după oricare din metode, şi la orice nivel de etilare) de compoziţie.

Pentru verificarea ecuaţiei (2) s-a aplicat în mod riguros metoda concepută pentru eventualitatea aplicării industriale a programării. Astfel, constantele $a_i$ s-au determinat cu ajutorul unui calculator electronic din datele experimentale, prin metoda celor mai mici pătrate, apoi s-a comparat cifra octanică calculată

cu ecuaţia (2) şi constantele $a_i$, cu cifra octanică determinată experimental de Bogen şi Nichols.

În cazul datelor lui Bogen şi Nichols, care se referă la un sistem cuaternar, ecuaţia (2) devine :

$$a_1x_1(N-N_1) + a_2x_2(N-N_2) + a_3x_3(N-N_3) + a_4x_4(N-N_4) = 0 \quad (3)$$

unde indicii 1, 2, 3, 4 se referă în aceeaşi ordine la o benzină de distilaţie primară, de cracare catalitică, de cracare termică şi polimer. Se observă că ecuaţia (2) fiind omogenă, valoarea oricărei constante se poate considera arbitrar ca fiind egală cu unitatea, valoarea celorlalte constante reprezentînd de fapt raportul sau „ponderea" componentului respectiv faţă de componentul de referinţă. În cazul ecuaţiei (3) drept component de referinţă a fost ales componentul cu indice 1, adică benzina de distilaţie primară.

Datorită volumului mare de calcule numerice necesare pentru a estima corect constantele $a_1$ în cazul amestecurilor multicomponente, prin metoda celor mai mici pătrate, rezultatele prezentate în continuare s-au obţinut cu ajutorul unui calculator electronic.

Rezultatul calculelor pentru valorile constantelor $a_2$, $a_3$ şi $a_4$ din ecuaţia (3) sînt prezentate în tabela 1.

În tabela 1, în prima coloană, se indică metoda de determinare a cifrei octanice (F-1, F-2 şi F-8B), nivelul de etilare (0 ml, 1 ml şi 3 ml TEP la un gallon), iar în cazul metodei F-8 B, turaţiile (1000, 2000 şi 3000 t/m).

Tabela 2, reprodusă după Bogen şi Nichols, prezintă date privind compoziţia amestecurilor studiate, precum şi cifra octanică a componenţilor puri, după metodele şi după nivelul de etilare menţionate anterior.

TABELA 1

**Valorile constantelor din ecuaţia (3)**

| Constantele / Cifra octanică după metoda | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ |
|---|---|---|---|
| F−1, neetilată | 1.143 | 3.360 | 1.291 |
| F−1, + 1ml TEP | 1.314 | 3.152 | 1.304 |
| F−1, 3 ml TEP | 1.318 | 2.964 | 1.294 |
| F−2, neetilată | 1.282 | 3.869 | 1.381 |
| F−2,+1ml TEP | 1.471 | 3.730 | 1.340 |
| F−2,+3 ml TEP | 1.649 | 3.189 | 1.269 |
| F−8 B, 1000 t m, neetilată | 1.414 | 1.443 | 1.591 |
| F−8 B, 1000 t m, + 1 ml TEP | 1.484 | 1.190 | 2.015 |
| F−8 B, 1000 t m, + 3 ml TEP | 1.331 | 1.808 | 1.878 |
| F−8 B, 2000 t m, neetilată | 1.460 | 4.079 | 2.282 |
| F−8 B, 2000 t m, + 1 ml TEP | 1.485 | 3.289 | 2.427 |
| F−8 B, 2000 t m, + 3 ml TEP | 2.257 | 0.702 | 1.765 |
| F−8 B, 3000 t m, neetilată | 1.381 | 5.212 | 2.655 |
| F−8 B, 3000 t m, + 1 ml TEP | 1.520 | 5.430 | 2.930 |
| F−8 B, 3000 t m,+ 3 ml TEP | 1.707 | 2.318 | 1.075 |

TABELA 2

**Datele lui Bogen şi Nichols.**
**Cifra octanică a componenţilor puri şi compoziţia amestecurilor**

| Componentnl | Distilaţie primară 1 | Cracare catalitică 2 | Cracare termică 3 | Polimeri 4 |
|---|---|---|---|---|
| F−1, neetilată | 45,1 | 83,8 | 77,5 | 96,5 |
| F−1, + 1 ml TEP | 54,3 | 89,3 | 84,0 | 99,0 |
| F−1, + 3 ml TEP | 66,5 | 92,4 | 87,9 | 99,9 |
| F−2, neetilată | 46,2 | 75,1 | 68,6 | 82,1 |
| F−2, + 1 ml TEP | 57,0 | 80,0 | 73,8 | 85,0 |
| F−2, + 3 ml TEP | 67,8 | 83,0 | 77,1 | 86,3 |
| F−8, B, 1000 t/m, neetilată | 45,0 | 79,5 | 74,5 | 94,0 |
| F−8 B, 1000 t/m, + 1 ml TEP | 52,0 | 86,0 | 81,0 | 99,0 |
| F−8 B, 1000 t/m, + 3 ml TEP | 65,5 | 91,0 | 84,5 | 100,0 |
| F−8 B, 2000 t/m, neetilată | 45,0 | 75,5 | 68,5 | 79,0 |
| F−8 B, 2000 t/m, + 1 ml TEP | 52,5 | 82,0 | 75,0 | 84,0 |
| F−8 B, 2000 t/m, + 3 ml TEP | 66,5 | 87,0 | 78,5 | 85,0 |
| F−8 B, 3000 t/m, neetilată | 45,5 | 71,5 | 63,0 | 74,5 |
| F−8 B, 3000 t/m, + 1 ml TEP | 53,5 | 78,0 | 69,5 | 79,5 |
| F−8 B, 3000 t/m, + 3 ml TEP | 68,0 | 83,0 | 73,0 | 80,5 |
| Compoziţia în % vol. a amestecurilor studiate | | | | |
| 1 | 0 | 90 | 10 | 0 |
| 2 | 0 | 81 | 9 | 10 |
| 3 | 0 | 72 | 8 | 20 |
| 4 | 0 | 63 | 7 | 30 |
| 5 | 25 | 67,5 | 7,5 | 0 |
| 6 | 22,5 | 60,75 | 6,75 | 10 |
| 7 | 20 | 54 | 6 | 20 |
| 8 | 17,5 | 47,25 | 5,25 | 30 |
| 9 | 50 | 45 | 5 | 0 |
| 10 | 45 | 40,5 | 4,5 | 10 |
| 11 | 40 | 46 | 4 | 20 |
| 12 | 35 | 31,5 | 3,5 | 30 |
| 13 | 75 | 22,5 | 2,5 | 0 |
| 14 | 67,5 | 20,25 | 2,25 | 10 |
| 15 | 60 | 18 | 2 | 20 |
| 16 | 52,5 | 15,75 | 1,75 | 30 |
| 17 | 90 | 0 | 0 | 10 |
| 18 | 80 | 0 | 0 | 20 |
| 19 | 70 | 0 | 0 | 30 |

În tabela 3 se arată rezultatele pentru cifra octanică determinată prin metoda F-1. În prima coloană se indică amestecul (a cărei compoziţie se vede din tabela 2), apoi în coloana notată „Obs." valoarea cifrei octanice determinate experimental, iar în coloana notată „Calc". valoarea cifrei octanice calculate cu ecuaţia (3), folosind valori ale constantelor $a_2$, $a_3$ şi $a_4$ din tabela 1. În sfîrşit, în coloana notată $\Delta$ se arată diferenţa în unităţi octanice între valoarea experimentală şi cea calculată.

Date rezumative ale gradului de precizie sînt arătate în tabela 4, unde pentru fiecare metodă de determinare a cifrei octanice este indicată eroarea medie pătratică şi abaterea maximă şi numărul de cazuri în care deviaţia este mai mare de 0,5 unităţi octanice la metodele F-1 şi F-2 şi mai mare de 1,0 unităţi octanice în cazul metodei F-8 B.

TABELA 3

**Calculul cifrei octanice determinate prin metoda F-1**

| Amestecul | F-1 neetilat | | | F-1, +1 mlTEP | | | F-1, + 3ml TEP | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Obs. | Calc. | Δ | Obs. | Calc. | Δ | Obs. | Calc. | Δ |
| 1 | 85,9 | 86,9 | −1,0 | 93,3 | 93,9 | −0,6 | 90,6 | 91,4 | −0,8 |
| 2 | 85,6 | 86,0 | −0,4 | 93,1 | 93,4 | −0,3 | 90,3 | 90,7 | −0,4 |
| 3 | 85,3 | 85,1 | 0,2 | 92,8 | 92,8 | 0,0 | 90,1 | 90,0 | 0,1 |
| 4 | 85,0 | 84,3 | 0,7 | 92,6 | 92,3 | 0,3 | 89,8 | 89,4 | 0,4 |
| 5 | 79,5 | 78,7 | 0,8 | 89,3 | 88,8 | 0,5 | 85,2 | 84,7 | 0,5 |
| 6 | 79,1 | 78,5 | 0,6 | 89,0 | 88,8 | 0,2 | 85,0 | 84,6 | 0,4 |
| 7 | 78,7 | 78,5 | 0,2 | 89,0 | 88,7 | 0,3 | 85,0 | 84,5 | 0,5 |
| 8 | 78,5 | 78,4 | 0,1 | 89,0 | 89,0 | 0,0 | 85,0 | 84,5 | 0,5 |
| 9 | 69,3 | 69,2 | 0,1 | 82,7 | 82,8 | −0,1 | 76,5 | 76,5 | 0,0 |
| 10 | 70,1 | 70,1 | 0,0 | 83,2 | 83,3 | −0,1 | 77,3 | 77,3 | 0,0 |
| 11 | 70,9 | 70,8 | 0,1 | 84,0 | 84,3 | −0,3 | 78,3 | 78,1 | 0,2 |
| 12 | 71,6 | 72 | 0,4 | 84,8 | 84,4 | 0,4 | 79,1 | 78,8 | 0,3 |
| 13 | 57,8 | 58,2 | −0,4 | 74,9 | 75,5 | −0,6 | 65,9 | 66,6 | −0,7 |
| 14 | 60,0 | 60,4 | −0,4 | 76,5 | 76,5 | 0,2 | 68 | 68,6 | −0,6 |
| 15 | 62,3 | 62,7 | −0,4 | 78,2 | 78,3 | −0,1 | 70,2 | 70,6 | −0,4 |
| 16 | 64,4 | 64,8 | −0,4 | 80,0 | 79,6 | 0,4 | 72,2 | 72,4 | −0,2 |
| 17 | 49,0 | 49,2 | −0,2 | 69,2 | 69,2 | 0,0 | 57,8 | 58,0 | −0,2 |
| 18 | 52,6 | 53,1 | −0,5 | 71,7 | 71,7 | 0,0 | 61,3 | 61,6 | −0,3 |
| 19 | 56,3 | 56,8 | −0,5 | 74,2 | 74,1 | 0,1 | 64,7 | 64,9 | −0,2 |

TABELA 4

**Gradul de precizie a metodei de calcul**

| Cifra octanică după metoda: | Eroare medie pătratică. Unităţi cifră octanică | Abaterea maximă. Unităţi cifră octanică |
|---|---|---|
| F−1 neetilat | 0,475 | −1,0 |
| F−1 + 1 ml TEP | 0,304 | −0,6 |
| F−1 + 3 ml TEP | 0,412 | −0,8 |
| F−2 neetilat | 0,504 | −1,2 |
| F−2 + 1 ml TEP | 0,392 | −0,7 |
| F−2 + 3 ml TEP | 0,370 | −0,7 |
| F−8 B, 1000 t/m, neetilat | 0,498 | 1,5 |
| F−8 B, 1000 t/m + 1 ml TEP | 0,488 | 1,2 |
| F−8 B, 1000 t/m, + 3 ml TEP | 0,318 | −0,5 |
| F−8 B, 2000 t/m, neetilat | 0,737 | 1,6 |
| F−8 B, 2000 t/m, + 1 ml TEP | 0,62 | −1,5 |
| F−8 B, 2000 t/m, + 3ml TEP | 0,752 | −2,4 |
| F−8 B, 3000 t/m, neetilat | 0,857 | 1,9 |
| F−8 B, 3000 t/m, + 1 ml TEP | 0,707 | −1,8 |
| F−8 B, 3000 t/m, + 3 ml TEP | 0,344 | 0,7 |

Deoarece aşa cum arată Bogen şi Nichols [2] precizia determinărilor de cifră octanică a fost de 0,5 unităţi pentru metoda F-1 şi F-2 şi o unitate pentru metoda F-8, pe baza datelor din tabela 4 se poate afirma că metoda de calcul a cifrei octanice cu ecuaţia (22) asigură o precizie satisfăcătoare spre a o putea folosi la programare.

## B. Caracteristicile de distilaţie ale amestecurilor de benzine

Estimarea corectă a caracteristicilor de distilaţie (procente distilate la temperaturi fixe şi temperaturi corespunzătoare la procente distilate fixe, pe curba ASTM respectiv STAS) este o condiţie esenţială pentru aplicarea industrială a programării amestecurilor de benzine, mai ales în cazurile cînd componenţii au curbe de distilaţie mult diferite.

În principiu, caracteristicile de distilaţie ale amestecurilor de benzine determinate prin metoda ASTM, se pot estima prin următoarea succesiune de calcule [13]:

— transformarea curbei ASTM în curbă PRF, pentru fiecare component, cu ajutorul unor grafice cunoscute [14, 15];

— estimarea curbei PRF a amestecului bazat pe ipoteza aditivităţii liniare a acesteia;

— transformarea curbei PRF a amestecului în curbă ASTM.

Această metodă grafică desigur nu este adecvată pentru programare.

O lucrare relativ recentă a lui Naquin şi Milwee [16] recomandă o metodă mai simplă pentru estimarea volatilităţii (procente distilate la temperaturi fixe) însă şi această metodă se bazează pe folosirea de grafice.

Problema compunerii curbei de distilaţie a amestecurilor de benzine este discutată în numeroase alte lucrări [17, 13, 18, 19, 20, 21], dar soluţiile recomandate nu sînt aplicabile la programare liniară.

În modelele de programare propuse în literatura de specialitate, problema caracteristicilor de distilaţie fie se neglijează complet [22, 23, 24] fie se rezolvă cu ajutorul ipotezei aditivităţii liniare [25, 26].

Pentru estimarea caracteristicilor de distilaţie a amestecurilor de benzine, în lucrarea de faţă s-a folosit relaţia:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i^p \, x_i \, (t^p - t_i^p) = 0 \qquad (4)$$

TABELA 5

**Caracteristicile de distilaţie ale unor amestecuri de distilaţie. Compoziţia amestecurilor (% vol)**

| Amestecul | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Componentul | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | 0 | 0 | 30 | 70 | 30 | 70 | 0 | 0 | 15 | 35 | 50 | 50 | 15 | 35 |
| 2 | 0 | 100 | 0 | 70 | 30 | 0 | 0 | 30 | 70 | 35 | 15 | 35 | 15 | 50 | 50 |
| 3 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 70 | 30 | 70 | 30 | 50 | 50 | 15 | 35 | 35 | 15 |
| Curbă de distilaţie °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| iniţial | 87 | 83 | 150 | 84 | 86 | 108 | 93 | 94 | 85 | 88 | 93 | 84 | 91 | 84 | 84 |
| 5% | 101 | 86 | 155,5 | 88,5 | 94 | 129 | 108 | 110 | 90 | 101 | 106 | 94 | 104 | 93 | 92 |
| 10% | 104 | 87 | 157,5 | 90 | 97 | 134,5 | 113 | 117 | 92,5 | 105,5 | 112 | 97 | 108 | 97 | 94,5 |
| 20% | 109 | 88 | 159,5 | 92,5 | 100,5 | 141,5 | 119 | 125,5 | 96 | 111,5 | 120 | 101 | 114,5 | 102 | 98 |
| 30% | 114 | 89,5 | 161,5 | 95 | 104 | 147,5 | 125,5 | 135 | 99,5 | 119,5 | 128 | 105 | 121 | 106,5 | 101,5 |
| 40% | 118 | 91 | 163 | 97,5 | 108 | 153 | 131 | 147 | 104 | 128 | 136 | 110 | 129 | 114 | 105,5 |
| 50% | 123 | 92,5 | 165,5 | 100 | 113 | 158 | 136 | 156 | 109,5 | 139 | 141 | 116 | 137 | 121,5 | 110 |
| 60% | 127 | 94,5 | 167 | 103,5 | 118,5 | 163 | 144 | 163 | 117 | 152 | 154 | 123 | 144 | 133 | 118 |
| 70% | 134 | 97,5 | 170 | 107 | 124,5 | 166,5 | 151,5 | 167 | 133 | 160 | 160 | 132 | 151 | 148 | 126 |
| 80% | 140 | 99 | 174 | 113,5 | 133 | 172 | 158 | 172 | 154 | 168 | 166 | 143 | 160 | 162 | 142 |
| 90% | 148 | 104 | 179 | 126 | 142,5 | 179 | 168 | 179 | 171 | 175 | 173 | 158 | 171 | 171,5 | 160 |
| 95% | 153,5 | 108,5 | 185 | 139 | 150,5 | 188 | 178,5 | 187 | 183 | 182 | 180 | 168 | 181 | 184 | 171 |
| final** | 159 | 116 | 231 | 153 | 159 | 201 | 192 | 202 | 194 | 198 | 198 | 182 | 196 | 194 | 189 |

* Componenţi puri.
** Estimat pentru 100% prin extrapolare liniară a datelor pentru 98–99%.

unde :

$t^p$ este temperatura la care distilă $p$ procente volumetrice din amestec ;

$t_i^p$ — temperatura la care distilă $p$ procente din componentul $i$ ;

$x_i$ — fracţiunea volumetrică a componentului $i$ în amestec ;

$a_i^p$ — constante determinate din date experimentale.

Constantele ecuaţiei (4) s-au determinat cu ajutorul datelor experimentale despre caracteristicile de distilaţie (prin metoda STAS) a unor amestecuri binare şi ternare de benzine. Datele experimentale sînt arătate în tabela 5, unde compoziţia amestecurilor se indică în primele rînduri orizontale, iar datele din rîndurile următoare indică temperatura la care din amestecul respectiv distilă procentele fixe notate în prima coloană verticală.

Constantele $a_1$, $a_2$, $a_3$ din ecuaţia (4), (care reprezintă cu abatere minimă datele experimentale) determinate prin metoda celor mai mici pătrate, sînt arătate în tabela 6, pentru fiecare punct caracteristic pe curba de distilaţie (iniţial, 5 % 10 %... 95 % şi final).

Curbele de distilaţie ale amestecurilor studiate, calculate cu ajutorul ecuaţiei (4), cu constantele din tabela 6, se arată în tabela 7, unde pentru fiecare amestec (numerotat de la 4 la 15 — în concordanţă cu tabela 5), se arată curba de distilaţie experimentală (notată $t_e$) şi curba de distilaţie calculată (notată $t_c$). Pentru a ilustra modul în care s-au obţinut datele din tabela 7, se consideră următorul exemplu :

TABELA 6

**Constantele ecuaţiei (4)**

| Temperatura | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ |
|---|---|---|---|
| iniţial | 4,36 | 13,3 | 1 |
| 5% | 2,28 | 5,04 | 1 |
| 10% | 2,02 | 4,44 | 1 |
| 20% | 1,60 | 2,75 | 1 |
| 30% | 1,12 | 1,99 | 1 |
| 40% | 0,81 | 1,21 | 1 |
| 50% | 0,55 | 0,95 | 1 |
| 60% | 0,46 | 0,56 | 1 |
| 70% | 0,259 | 0,312 | 1 |
| 80% | 0,32 | 0,18 | 1 |
| 90% | 0,163 | 0,073 | 1 |
| 95% | 0,20 | 0,001 | 1 |
| final | 0,198 | 0,338 | 1 |

să se calculeze temperatura la care distilă 30 %, din amestecul cu compoziţia :
$x_1 = 35\,\%$, $x_2 = 50\,\%$ şi $x_3 = 15\,\%$ (amestecul 15 din tabela 5). Din tabela 5 se obţine : $t_1^{30} = 114°$, $t_2^{30} = 89{,}5°$ şi $t_3^{30} = 161{,}5$. Din tabela 6 se obţine :
$a_1^{30} = 1{,}12$, $a_2^{30} = 1{,}99$ şi $a_3^{30} = 1{,}00$. Ecuaţia (4) devine :

$$(1{,}12)\ (0{,}35)\ (t^{30} - 114) + (1{,}99)\ (0{,}50)\ (t^{30} - 89{,}5) + (1)\ (0{,}15)\ (t^{30} - 1{,}61{,}5) = 0$$

de unde $t^{3°} = 102{,}7$ ; această valoare (calculată) se indică în ultima coloană din tabela 7, iar în penultima coloană se arată valoarea experimentală 101,5°.

TABELA 7

**Curbele de distilaţie ale amestecurilor de benzine calculate ($t_c$) cu ecuaţia (4) şi experimentale ($t_e$)**

| Amestecul | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Procente distilate | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ |
| iniţial | 84 | 83,6 | 86 | 84,7 | 108 | 108,9 | 93 | 92,3 | 94 | 93 | 85 | 85 | 88 | 89,2 | 93 | 92,8 | 84 | 85,6 | 91 | 90,1 | 84 | 86,4 | 84 | 84,9 |
| 5 % | 88,5 | 88,4 | 94 | 93.6 | 129 | 128,5 | 108 | 109,5 | 110 | 108 | 90 | 91,4 | 101 | 101,2 | 108 | 108,7 | 94,0 | 94,9 | 104,0 | 104,4 | 93,0 | 95,1 | 92 | 92,4 |
| 10 % | 90 | 89,7 | 97 | 95,7 | 134,5 | 132,6 | 113 | 113,3 | 117 | 111,3 | 92,5 | 93,2 | 105,5 | 104,1 | 112 | 112,2 | 97 | 97,2 | 108 | 107,6 | 97 | 97,3 | 94,5 | 94,3 |
| 20 % | 92,5 | 92,2 | 100,5 | 100,1 | 141,5 | 138,9 | 119 | 118,9 | 125,5 | 120,8 | 96 | 97,6 | 111,5 | 111,9 | 120 | 120,2 | 101 | 102,3 | 114,5 | 114,7 | 102 | 103,3 | 98 | 98,7 |
| 30 % | 95 | 94,23 | 104 | 103,35 | 147,5 | 146,14 | 125,5 | 127,18 | 135 | 128,2 | 99,5 | 101,03 | 119,5 | 118,8 | 128 | 127,7 | 105 | 106,8 | 121 | 121,6 | 106,5 | 108,8 | 101,5 | 102,7 |
| 40 % | 97,5 | 97 | 108 | 107,4 | 153 | 151,7 | 131 | 133,5 | 147 | 138,4 | 104 | 109,8 | 128 | 128,5 | 136 | 136,2 | 110 | 113,2 | 129 | 129,5 | 114 | 117,4 | 105,5 | 108,6 |
| 50 % | 100 | 98,56 | 113 | 110,03 | 158 | 157,39 | 136 | 141,6 | 156 | 144,3 | 109,5 | 115,2 | 139 | 135,14 | 141 | 143,24 | 116 | 118 | 137 | 136,7 | 121,5 | 123,4 | 110 | 113 |
| 60 % | 103,5 | 102,9 | 118,5 | 115,8 | 163 | 160,4 | 144 | 146,3 | 163 | 152,9 | 117 | 125,9 | 152 | 144,8 | 154 | 150,1 | 123 | 126,3 | 144 | 143,9 | 133 | 134 | 118 | 121 |
| 70 % | 107 | 107 | 124,5 | 121,5 | 166,5 | 166,4 | 151,5 | 156,4 | 167 | 161,4 | 133 | 138,8 | 160 | 155,6 | 160 | 159,5 | 132 | 137,6 | 151 | 154,7 | 148 | 146,6 | 126 | 133,2 |
| 80 % | 113,5 | 116,6 | 133 | 132 | 172 | 169,9 | 158 | 159,4 | 172 | 168,6 | 154 | 151,8 | 168 | 163,6 | 166 | 164,8 | 143 | 146,7 | 160 | 158,8 | 162 | 159,2 | 142 | 143,9 |
| 90 % | 126 | 125,4 | 142,5 | 141 | 179 | 176,9 | 168 | 170,4 | 179 | 176-7 | 171 | 168 | 175 | 174,1 | 173 | 174,4 | 158 | 161,6 | 171 | 171,4 | 171,5 | 174,6 | 160 | 160,4 |
| 95 % | 136 | 152,9 | 150,5 | 153,4 | 188 | 182,5 | 178,5 | 174,9 | 187 | 184,9 | 182 | 184,8 | 182 | 183,1 | 180 | 181,8 | 168 | 172,3 | 181 | 177,9 | 184 | 182,4 | 171 | 174,7 |
| final | 153 | 124,6 | 159 | 140,8 | 201 | 225,3 | 192 | 208,2 | 202 | 216,4 | 194 | 180,3 | 198 | 206,7 | 198 | 213,5 | 182 | 174,5 | 196 | 205 | 194 | 191,7 | 189 | 168 |

Date recapitulative despre precizia ecuaţiei (4) la calculul curbei de distilaţie a amestecurilor de benzine studiate se arată în tabela 8.

TABELA 8

**Erori medii pătratice* la estimarea curbelor de distilaţie din tabela 6**

| | Cu ecuaţia (4) şi constantele din tabela 6 | Cu ecuaţia (7) şi constantele din tabela 9 |
|---|---|---|
| iniţial | 1,14 | 1,15 |
| 5 % | 1,34 | 0,92 |
| 10 % | 1,84 | 0,59 |
| 20 % | 1,72 | 0,53 |
| 30 % | 2,33 | 0,58 |
| 40 % | 3,51 | 0,91 |
| 50 % | 4,55 | 1,17 |
| 60 % | 4,90 | 0,84 |
| 70 % | 4,40 | 1,01 |
| 80 % | 2,59 | 1,44 |
| 90 % | 2,09 | 1,33 |
| 95 % | 5,04 | 1,96 |
| final | 16,54 | 2,43 |

* Calculate cu formula : $\sqrt{[\sum(t_e - t_c)^2/n]}$, unde $t_e$ = date experimentale, $t_c$ = date calculate şi $n$ = numărul de puncte.

Pe baza datelor din tabela 6 se poate afirma că ecuaţia (4) poate reda curbele de distilaţie ale unor amestecuri de benzine cu o precizie care, în funcţie de poziţia punctului caracteristic pe curba de distilaţie, poate varia de la $\pm$ 1 — 2°C la $\pm$ 15 — 20°C. Aceste rezultate desigur nu sînt încă mulţumitoare. Trebuie subliniat totuşi că rezultatele obţinute cu ecuaţia (4) sînt apreciabil mai bune decît rezultatele care s-ar obţine pe baza ipotezei aditivităţii liniare, adică a unei relaţii de forma :

$$t^p = \sum_{i=1}^{n} x_i \, t_i^p \qquad (5)$$

Tot în legătură cu ecuaţia (4) trebuie menţionat că cele mai precise metode grafice de estimare a caracteristicilor de distilaţie a amestecurilor (13) — metode neaplicabile la programarea liniară — pot da abateri de $\pm$ 3,5°C. De aceea ecuaţia (4) apare totuşi rezonabil de precisă pentru întreaga curbă de distilaţie, cu excepţia punctului final.

Spre a ilustra performanţa ecuaţiei (4), în figura 1 se reprezintă grafic curba de distilaţie a amestecului nr. 15 din tabela 5. În această figură, punctele reprezintă datele experimentale, curba punctată reprezintă ecuaţia (5), iar curba întreruptă reprezintă ecuaţia (4).

Deşi ecuaţia (4) reprezintă un progres faţă de ecuaţia (5) şi deşi precizia ei se apropie de cea a metodelor grafice, aplicarea în practică a programării amestecurilor de benzine poate să solicite un grad de precizie mai mare decît cel arătat în tabela 8. De aceea, în continuare s-a analizat posibilitatea ameliorării metodei de calcul, prin folosirea ecuaţiei :

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \, [a_i^p \, (t^p - t_i^p) + b_i^p \, (t^p - t_i^p)^2] = 0 \qquad (6)$$

unde $a_i$, $b_i$ sînt constante determinate din date experimentale. În cazul amestecului ternar studiat, ecuaţia (6) devine :

$$a_1^p x_1 (t^p - t_1^p) + b_1^p x_1 (t^p - t_1^p)^2 + a_2^p x_2 (t^p - t_2^p) + b_2^p x_2 (t^p - t_2^p)^2 + a_3^p x_3 (t^p - t_3^p) + b_3^p x_3 (t^p - t_3^p)^2 = 0 \quad (7)$$

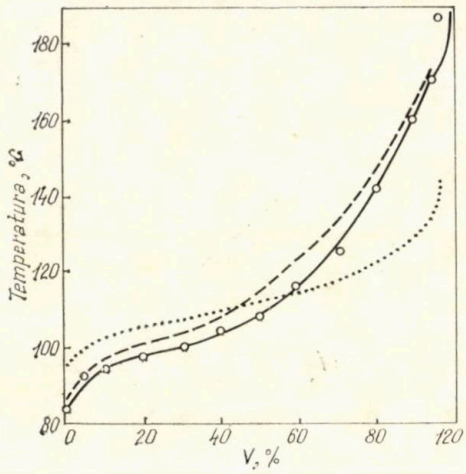



Fig. 1. Curba de distilaţie a amestecului nr. 15 din tabela 5 : O – date experimentale; .... calculat cu ecuaţia (5) – – – calculat cu ecuaţia (4); ——— calculat cu ecuaţia (7).

Constantele ecuaţiei (7) determinate prin metoda celor mai mici pătrate (cu ajutorul datelor experimentale din tabela 5) sînt redate în tabela 9. Curbele de distilaţie ale amestecurilor din tabela 5 calculate cu ecuaţia (7) şi cu constantele din tabela 9, sînt prezentate în tabela 10, iar erorile medii pătratice sînt arătate în tabela 8 coloana 2.

Din tabela 8 rezultă că ecuaţia (7) permite calcularea curbelor de distilaţie ale amestecurilor studiate cu o precizie apropiată de precizia datelor experimentale. În mod deosebit se remarcă rezultatele bune obţinute la calcularea porţiunii finale a curbei de distilaţie. În general,

TABELA 9

**Constantele ecuaţiei (7)**

| Constanta : | $a_1$ | $b_1$ | $a_2$ | $b_2$ | $a_3$ | $b_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| iniţial | 1 | 0,167 | 0,325 | 0,418 | 2,668 | 0,04 |
| 5 % | 1 | −0,0187 | 2,774 | −0,065 | 0,119 | −0,0034 |
| 10 % | 1 | −0,0166 | 2,458 | −0,04557 | 0,194 | −0,0037 |
| 20 % | 1 | −0,0169 | 2,311 | −0,037 | 0,251 | −0,0052 |
| 30 % | 1 | −0,0109 | 2,125 | −0,0275 | 0,626 | −0,00074 |
| 40 % | 1 | −0,0115 | 1,924 | −0,0242 | 0,859 | 0,00067 |
| 50 % | 1 | −0,0130 | 1,789 | −0,0234 | 0,917 | −0,00092 |
| 60 % | 1 | −p,0156 | 1,508 | −0,0189 | 1,432 | 0,00548 |
| 70 % | 1 | −0,0085 | 1,446 | −0,0180 | 2,149 | 0,0116 |
| 80 % | 1 | −0,0174 | 1,188 | −0,0157 | 1,539 | −0,221 |
| 90 % | 1 | −0,0309 | 0,963 | −0,0133 | 0,239 | −0,127 |
| 95 % | 1 | −0,032 | 0,475 | −0,0062 | 0,6 | −0,113 |
| final | 1 | −0,0243 | 0,0737 | −0,00039 | −1,15 | −0,0386 |

TABELA 10

**Curbele de distilaţie ale amestecurilor de benzine calculate $t_c$ cu ecuaţia (7) şi experimentale ($t_e$)**

| Amestecul | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Procente distilaţie | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ | $t_e$ | $t_c$ |
| iniţial | 84 | 83,9 | 86 | 85,25 | 108 | 108,3 | 93 | 91,7 | 94 | 94,3 | 85 | 84,3 | 88 | 89,5 | 93 | 93,07 | 84 | 85,7 | 91 | 92,7 | 84 | 86,2 | 84 | 84,4 |
| 5 % | 88,5 | 88,52 | 94 | 94,11 | 129 | 128,39 | 108 | 107,7 | 110 | 110,7 | 90 | 89,88 | 101 | 99,7 | 106 | 108,22 | 94 | 94,6 | 104 | 103,35 | 93 | 93,7 | 92 | 90,9 |
| 10 % | 90 | 90,2 | 97 | 96,7 | 134,5 | 134,5 | 113 | 112,4 | 117 | 116,9 | 92,5 | 92,6 | 105,5 | 104,7 | 112 | 113,69 | 97 | 97,5 | 108 | 108 | 97 | 96,98 | 94,5 | 94,5 |
| 20 % | 92,5 | 91,8 | 100,5 | 100,5 | 141,5 | 141,4 | 119 | 118,9 | 125,5 | 125,2 | 96 | 95,9 | 111,5 | 111,3 | 120 | 120,9 | 101 | 101,96 | 114,5 | 114,29 | 102 | 101,75 | 98 | 98 |
| 30 % | 95 | 94,5 | 104 | 104,2 | 147,5 | 146,7 | 125,5 | 125,37 | 135 | 135,2 | 99,5 | 99,15 | 119,5 | 118,6 | 128 | 128,93 | 105 | 106,2 | 121 | 121,3 | 106,5 | 106,4 | 101,5 | 101,7 |
| 40 % | 97,5 | 97,25 | 108 | 108,1 | 153 | 152,5 | 131 | 131,45 | 147 | 146,8 | 104 | 103,87 | 128 | 129,8 | 136 | 137,3 | 110 | 111,2 | 129 | 128,14 | 114 | 112,93 | 105,5 | 106,1 |
| 50 % | 100 | 100,34 | 113 | 112,88 | 158 | 156,73 | 136 | 137,1 | 156 | 157,2 | 109,5 | 109,3 | 139 | 137,3 | 141 | 142,5 | 116 | 116,83 | 137 | 135,4 | 121,5 | 120 | 110 | 111,21 |
| 60 % | 103,5 | 104,2 | 118,5 | 117,7 | 163 | 162,15 | 144 | 144,4 | 163 | 162,3 | 117 | 117,5 | 152 | 150,6 | 154 | 154 | 123 | 123,38 | 144 | 144,13 | 133 | 131,1 | 118 | 117,6 |
| 70 % | 107 | 108,25 | 124,5 | 123,9 | 166,5 | 165,29 | 151,5 | 151,8 | 168 | 167,3 | 133 | 131,2 | 160 | 160,13 | 160 | 160 | 132 | 133 | 151 | 152,14 | 148 | 146,4 | 126 | 126,8 |
| 80 % | 113,5 | 115,3 | 133 | 131,74 | 172 | 170,3 | 158 | 160,1 | 172 | 173,85 | 154 | 152,72 | 168 | 168,7 | 166 | 166,7 | 143 | 144,8 | 160 | 160,65 | 162 | 160,22 | 142 | 141,69 |
| 90 % | 126 | 126,8 | 142,5 | 141,8 | 179 | 176,65 | 168 | 168,04 | 179 | 178,2 | 171 | 169,18 | 175 | 176,4 | 173 | 174,05 | 158 | 160,25 | 171 | 170 | 171,5 | 171,22 | 160 | 158,8 |
| 95 % | 139 | 139,4 | 150,5 | 150,05 | 188,0 | 185,64 | 178,5 | 176,01 | 187 | 186,7 | 183 | 183,19 | 182 | 184,85 | 180 | 184,08 | 168 | 168,56 | 181 | 178,8 | 184 | 183,1 | 171 | 169,08 |
| final | 153 | 154,28 | 159 | 157,99 | 201 | 201,18 | 192 | 189,92 | 202 | 199,97 | 194 | 195,44 | 198 | 199,1 | 198 | 200,7 | 182 | 180,06 | 196 | 196,61 | 194 | 196,51 | 189 | 182,9 |

precizia ecuației (7) se apropie de precizia datelor experimentale care, în cazul punctului final poate ajunge, după Unzelman și Forster [13] la 2,5°C. Precizia ecuației (7) este ilustrată și de figura 1 unde curba continuă reprezintă ecuația (7).

Rezultatele obținute cu ecuația (7) sînt satisfăcătoare, și nu apare necesitatea unei precizii mai mari. Punctul slab al acestei metode de calcul este evident lipsa vreunei semnificații fizice a ecuației sau a constantelor. De aceea verificarea metodei pe alte amestecuri și pe un domeniu mai variat de concentrații, apare lipsit de utilitate deoarece succesul sau eșecul metodei nu poate fi generalizat. Întrebarea, așa cum se pune în cazul programării liniare, este aceea dacă pentru componenții particulari și în domeniul de concentrație particular care intervin într-o problemă de moment, metoda descrisă anterior este aplicabilă sau nu. Răspunsul la această întrebare nu se va putea obține decît aplicînd metoda de calcul la cazurile particulare care se vor ivi în industrie și verificînd precizia metodei cu date experimentale.

Concluziile care se desprind din rezultatele discutate, sînt următoarele :

Ecuația :

$$\sum_{i=1}^{n} a_i^p \, x_i \, (t^p - t_i^p) = 0$$

permite o estimare a caracteristicilor de distilație a amestecurilor de benzine studiate, cu o precizie de două-trei ori mai bună decît aproximația liniară.

Ecuația :

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \, [a_i^p \, (t^p - t_i^p) + b_i^p \, (t^p - t_i^p)^2] = 0$$

redă caracteristicile de distilație a amestecurilor de benzine studiate, cu o precizie similară cu cea a datelor experimentale.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Eastman Dubois. Ind. Eng. Chem. **26**, nr. 2, 1940, p. 294.
2. Bogen, I. S. și Nichols, R. M. Ind. Eng. Chem. **41**, nr. 11, 1948, p. 2 629.
3. Hebl, L. E. ș. a. Ind. Eng. Chem. **25**, nr. 7, 1939, p. 862.
4. Schoen, W. F. și Mrstik, A. V. Ind. Eng. Chem. **47**, nr. 9, 1955, p. 1 740.
5. Bogen, I. S. și Nichols, R. M. Petroleum Refiner **39**, nr. 10, 1960 p. 109.
6. Doelp, A și Westfield, J. W. Petroleum Refiner, **39**, nr. 1, 1960, p. 181.
7. Foster, E. Ethyl Corporation Report RT-**44**, 24 ian. 1958.
8. Healy, I. ș. a. API Divi Ref. Meeting mai 1959.
9. Nelson, Wl. Oil Gas. J., sept. 1955 p. 135.
10. Stewart, J. Petroleum Refiner, **38**, nr. 12, 1959, p. 135.
11. Auslander, G. Brit. Chem. Eng. **9**, nr. 9, 1964, p. 610.
12. Auslander, G. Petrol și gaze **23**, nr. 5, 1972, p. 277 (partea I-a a acestei lucrări).
13. Unzelman, G. H. și Forster, E. I. Petrolum Refiner **39**, nr. 10, 1960, p. 109.
14. Edmister, W. L. Petroleum Refiner **28**, nr. 10 1949, p. 143.
15. Nelson, W. L. Petroleum Refinery Engineering, 4th ed. McGraw Hill 1958.
16. Naquin, P. I. și Milwee, I. B. Petroleum Refiner, **41**, nr. 10, 1962 p. 133.
17. Haskell, N. B. ș. a. Ind. Eng. Chem. **28**, nr. 2, 1942, p. 167.
18. Fuqua, W. Petroleum Refiner **27**, nr. 2, 1948, p. 108.
19. Kersten, A. Ethyl Corporation Report ERM-L **33**, 1955.
20. Nelson, W. L. Oil Gas J. aug. 1939, p. 45.
21. Stanley, P. Ind. Eng. Chem., **46**, nr. 10, 1954, p. 2 182.
22. Charnes, A. ș. a. Econometrica **20**, nr. 2, 1952, p. 135.
23. Sven Dano. Linear Programming in Industry, Springer Verlag, Viena 1963.
24. Symonds, G. H. Linear Programming-The Solution of Refinery Problems. ESSO-Standard Oil Co. New-York, 1955.
25. Manne, A. S. Scheduling Petroleum Refinery Operations, Harvard University Press, Cambridge, 1963.
26. Dumitru, V. Revista de statistică, nr. 10, 1964.

# CRONICĂ

**Simpozionul „Soluții optime în transportul și distribuția gazelor pentru preluarea vîrfurilor de consum zilnice și sezoniere".**

Între 2—4 octombrie 1972, în București, la Hotelul Intercontinental, s-au desfășurat lucrările simpozionului cu privire la soluționarea optimă a problemelor în transportul și distribuția gazelor pentru preluarea vîrfurilor de consum zilnice și sezoniere, organizat de Ministerul Minelor, Petrolului și Geologiei, în colaborare cu Comitetul de gaze din cadrul Comisiei Economice O.N.U. pentru Europa.

Obiectul Simpozionului a fost de a se efectua un schimb de experiență între specialiștii țărilor membre ale Comisiei Economice O.N.U., pentru Europa, în vederea cunoașterii preocupărilor în această problemă din punct de vedere tehnic și a examinării aspectelor economice care se pun în asigurarea optimă a aprovizionării cu gaze a consumatorilor în perioadele de vîrf.

La lucrările simpozionului au participat 200 de experți din 18 țări : Anglia, Belgia, Bulgaria, Cehoslovacia, Danemarca, Finlanda, Franța, Grecia, R.F. a Germaniei, R.D. Germană, Italia, Iugoslavia, Olanda, Polonia, R.S. România, Spania, Ungaria, U.R.S.S., precum și reprezentanți din cadrul Secretariatului C.E.E.—O.N.U. Geneva și de la două organisme interguvernamentale OECD și Piața Comună (ca invitați ai Secretariatului Diviziei de energie din cadrul C.E.E.—O.N.U.).

Lucrările simpozionului s-au desfășurat în două grupe de specialitate, și anume :

— **Grupa A** : Soluții tehnice și economice în transportul gazelor la mare distanță pentru acoperirea vîrfurilor de consum.

— **Grupa B** : Soluții economice și tehnice utilizate în distribuția gazelor pentru acoperirea vîrfurilor de consum.

În cadrul celor două grupe de lucru s-au prezentat 18 referate de specialitate și două rapoarte generale de sinteză, cîte unul pentru fiecare grupă de specialitate.

Rapoartele prezentate și dezbaterile care au avut loc au adus o contribuție valoroasă, desprinzîndu-se următoarele concluzii :

1. Asigurarea cu gaze a consumatorilor în timpul vîrfurilor de consum sezoniere și orare constituie una dintre problemele principale pentru toate țările cu industrie gazieră, atît sub aspectul soluțiilor tehnice, cît și al consecințelor economice.

2. Pentru stabilirea celor mai bune soluții economice, necesare satisfacerii vîrfurilor de consum trebuie bine cunoscute posibilitățile tehnice ale industriei gaziere în zona respectivă, comparativ cu cererile consumatorilor, adică trebuie stabilite diagramele consumurilor de gaze și a modulației livrărilor posibile.

3. Soluțiile economice necesare satisfacerii debitelor de vîrf zilnice și sezoniere se pot împărți în două grupe, în funcție de specificul lor :

a. Soluțiile generale, aplicabile pentru cea mai mare parte a industriilor gaziere, ca, de exemplu :

— necesitatea dezvoltării în etape a sistemelor de transport gaze, stațiile de comprimare fiind realizate după depășirea capacității de transport a conductelor ;

— este indicat să se doteze stațiile de comprimare intermediară cu agregate turbocompresoare de circa 1 000—4 000 kW, montate în serie sau în paralel, atît pentru obținerea unei mari elasticități tehnologice, cît și pentru creșterea gradului de fiabilitate.

Datorită avantajelor constructive, economicității și randamentelor termice ridicate, turbinele cu gaze derivate din tehnica aviatică tind să înlocuiască turbinele cu gaze de tip industrial.

Distanța economică dintre două stații intermediare instalate pe același sistem de transport variază între 80—100 km, raportul de comprimare economic trebuie să fie de circa 1,14—1,5, iar durata de funcționare economică este de circa 150 zile/an.

Modificarea curbei de consum, în sensul aplatizării ei prin diminuarea sau întreruperea livrărilor de gaze, în timpul vîrfurilor de consum, la unii consumatori care sînt prevăzuți pentru consumul mixt (gaze — combustibil lichid, gaze-cărbune etc.).

b. Soluții economice care sînt limitate de condițiile tehnico-economice specifice fiecărei țări sau zone de consum, ca, de exemplu :

— Utilizarea zăcămintelor de gaze-tampon pe durata vîrfurilor sezoniere de consum.

— Participarea zăcămintelor-tampon în regimul tehnologic de funcționare mărește fiabilitatea și flexibilitatea întregii exploatări și, pe măsură ce rezervele primare de gaze se epuizează, pot constitui rezervoare pentru stocajul subteran al gazelor.

— Înmagazinările subterane de gaze naturale în zăcămintele epuizate, în structuri acvifere și în cavitățile de sare constituie soluții utilizate.

— Folosirea stocajelor subterane pentru înmagazinarea gazelor naturale lichefiate constituie o metodă cu o economicitate redusă în comparație cu stocarea gazelor naturale, dar în același timp trebuie luată în considerație dacă este mai economică decît alte soluții.

— Interconectarea conductelor principale și a sistemelor complexe de transport, supleța în utilizarea surselor de gaze și posibilitatea satisfacerii cererilor suplimentare dintr-o zonă prin disponibilitățile temporare ale capacităților de transport dinspre o altă direcție.

4. Utilizarea combustibililor de substituție (de rezervă) la marii consumatori, în perioadele de vîrf cu întreruperea totală sau parțială a consumului de gaze naturale.

5. Crearea unei rezerve de gaze naturale prin lichefierea acestora și depozitarea lor în recipienți speciali (LNG).

6. Utilizarea configurației rețelelor principale de distribuție în scopul măririi capacității lor de depozitare (rezervoare monofilare).

Lucrările simpozionului au fost urmate de un voiaj de studii și turistic pe ruta București — Pitești—Craiova, Tg. Jiu, Rm-Vîlcea, Sibiu, Brașov—București la care au participat 57 de delegați străini, precum și specialiști români.

***** Producția mondială de țiței va atinge în 1972 cantitatea de 7,9 mil. m³/d.** În: Oil Gas., J **70**, nr. 34, 21 aug. 1972 p. 46—47.

În prima jumătate a anului 1972 creșterea producției mondiale de țiței a fost de 1,9% față de anul precedent. În lumea capitalistă creșterea a fost de 1,2% (6,52 mil. m³/d). În U.R.S.S. creșterea a fost de 6% ajungîndu-se la cantitatea de 1,24 mil. m³/d, iar în lagărul socialist în ansamblu, creșterea a fost de 5,4% (1,38 mil. m³/d). Creșterea mondială de producție ar fi putut fi mai mare în această perioadă dacă nu ar fi intervenit o serie de evenimente politice și sociale. Astfel în Irak naționalizările societății IPC a cauzat, deocamdată o scădere de 96 000 m³/d. De asemenea, în Libia situația prețurilor și a navlurilor a produs o scădere. În S.U.A. producția a scăzut cu 3,7% la 1,4 mil. m³/d. Creșterea în Orientul Apropiat a fost de 7,2% dar în Africa și America Latină s-au înregistrat scăderi de 3,6 și, respectiv, 10,8%. În Europa creșterea a fost de 4,7%, iar în zona pacifică a Asiei — de 14,8%. În Europa creșterea se datorește în special dezvoltării exploatărilor din Marea Nordului (Ekofisk, șantierul Dan în zona daneză).

*****Rezervele mondiale la sfîrșitul anului** 1971. În: Petrole informations, nr. 1244, 1972.

La sfîrșitul anului 1971, rezervele recuperabile de petrol în lume se ridicau la 86,17 miliarde t (față de 83,89 miliarde t la sfîrșitul anului 1970).

Rezervele erau repartizate astfel:

*U.R.S.S.* — 10,3 miliarde t (11,9% din totalul mondial);

*China* — 2,7 miliarde t (31%);

*America* 10,58 miliarde t (12,3%) dintre care: S.U.A. 5,02 miliarde t (5,8%), Venezuela 1,98 miliarde t (2,3%), Canada 1,14 (1,3%), Ecuador 0,78 miliarde t (0,9%), Mexic 0,63 miliarde t (0,8%), Argentina 0,34 miliarde t (0,4%), Columbia 0,24 miliarde t (0,3%).

*Orientul mijlociu* 50,19 miliarde t (58,2%) dintre care: Arabia Saudită 19,7 miliarde t (22,9%), Kuweitul 9,1 miliarde t (10,6%), Iranul 7,35 miliarde t (9,7%), Irakul 4,83 miliarde t (5,6%), Abu Dhabi 2,6 miliarde t (3%), Siria 1 miliard t (1,2%), Quatar 0,78 miliarde t (0,9%).

*Africa* 7,83 miliarde t (9,1%) dintre care: Libia 3,29 miliarde t (3,9%), Algeria 1,58 miliarde t (1,8%), Nigeria 1,59 miliarde t (1,8%), Egiptul 0,58 miliarde t (0,7%).

*Asia și Oceania* 2,13 miliarde t (2,5%) dintre care Indonezia 1,41 miliarde t (1,6%) și Australia 0,4 miliarde t (0,5%).

*Europa occidentală* 1,95 miliarde t (2,3%) dintre care: Norvegia 0,96 miliarde t (1,1%), Marea Britanie 0,69 miliarde t (0,9%).

Rezervele recuperabile de gaze naturale atingeau, la sfîrșitul anului 1971, 48 830 miliarde m³ /față de 44 440 miliarde m³ în anul 1970), repartizate astfel:

*U.R.S.S.* 15 480 miliarde m³ (31,7% din totalul mondial);

*America* 11 230 miliarde m³ (23%) dintre care: S.U.A. 7650 miliarde m³ (15,7%), Canada 1540 miliarde m³ (3,1%), Venezuela 720 miliarde m³ (1,5%), Mexic 320 miliarde m³ (0,7%);

*Orientul Mijlociu* 9 750 miliarde m³ (20%) dintre care: Iranul 5 700 miliarde m³ (11,7), Arabia Saudită 1 450 miliarde m³ (3%), Kuweit 1 000 miliarde m³ (2,0%), Irak 600 miliarde m³ (1,2%), Abu Dhabi 280 miliarde m³ (0,6%), Quatar 220 miliarde m³ (0,50%).

*Africa* 5 450 miliarde m³ (11,1%) dintre care: Algeria 3 000 miliarde m³ (6,1%), Nigeria 1 100 miliarde m³ (2,3%), Libia 850 miliarde m³ (1,7%);

*Europa occidentală* 4 600 miliarde m³ (9,4%) dintre care: Olanda 2 350 miliarde m³ (4,8%), Marea Britanie 1 100 miliarde m³ (2,3%), Republica Federală a Germaniei 400 miliarde m³ (0,8%), Norvegia 280 miliarde m³ (0,6%), Franța 200 miliarde m³ (0,4%).

*Asia* și *Oceania* 2 400 miliarde m³ (4,1%) dintre care Australia 700 miliarde m³ (1,5%), Pakistanul 550 miliarde m³ (1,1%).

***** Rezervele de gaze naturale în S.U.A.** În: Pétrole informations nr. 1240, 1972

Bazîndu-se pe datele statistice furnizate de 56 societăți de transport prin conducte, Comisia Federală a Energiei estimează că în anul 1971 rezervele de gaze naturale au scăzut. Acesta este al patrulea an consecutiv în care rezervele sînt în scădere.

După calculele efectuate de această comisie, rezervele se stabilesc la 4 567 miliarde m³ la sfîrșitul anului 1971, față de 4 915 miliarde m³ la sfîrșitul anului 1970, deci o scădere de 348 miliarde m³.

Această reducere a rezervelor a fost înregistrată în anul 1971, cînd producția a fost cea mai mică din anii următori lui 1963: 399,25 miliarde m³ față de 400,70 miliarde m³ în anul 1970.

**Producția din Trinidad va atinge în 1972 cantitatea de 27 000 m³/d.** În: Oil Gas J., **70**, nr. 34, 21 aug. 1972, p. 44

După un declin de patru ani, producția de țiței a insulei Trinidad va atinge în 1972 cantitatea de 27 000 m³/d (față de 21 500 m³/d în 1971). După punerea în producție a zăcămintelor marine de pe coasta de SE a insulei, producția sa va putea atinge cantitatea de 43 000 m³/d. În șantierul marin Teak, o primă platformă cu 12 sonde produc în prezent 4 800 m³/d. De pe o a doua platformă se produc 640 m³/d, dar nu toate sondele sînt încă în producție. O a treia platformă de 12 sonde este în curs de instalare, urmînd să producă la începutul anului 1973. Șantierul Samaan, la 25 km nord de Teak este în curs de dezvoltare. Pentru transportul țițeiului din aceste șantiere se construiește o conductă submarină cu ∅ 16 in (capacitate 21 000 m³/d). Un alt șantier important, în curs de dezvoltare, este Galeota la 10 km în largul capului Galeota. De pe o platformă cu 17 sonde, se produc 640 m³/d. Soc. Trinidad — Tesoro are o producție de 6 700 m³/d de pe șantiere atît terestre, cît și marine. În 1976 se va începe livrarea a 5,6 mil. Nm³/d gaze lichefiate, care se vor ridica în 1978 la 11 mil. Nm³/d.

Dubov, V. I. s.a. **Particularitatea împingerii țițeiului cu bordură de abur.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 9, sept. 1972, p. 39.

Pentru exploatarea zăcămintelor cu țițeiuri grele și vîscoase, metodele termice și mai ales metoda împingerii țițeiului cu agenți termici (abur și apă fierbinte) prezintă cele mai mari perspective, deoarece asigură o bună recuperare a țițeiului din strat. Un interes special trebuie acordat metodei de injecție în strat a unui agent termic combinată cu injecție de apă, denumită metodă de împingere a țițeiului cu bordură de abur sau de apă fierbinte deplasată prin strat cu apă rece. Avantajul principal al acestei metode constă în obținerea unui bilanț de energie termică în strat mai favorabil în comparație cu injecția numai a agentului termic.

În lucrare se prezintă rezultatele cercetării experimentale a procesului cu următoarele concluzii:

— În condițiile efectuării experiențelor după începerea injecției cu apă rece bordura de abur are o existență de scurtă durată. În această perioadă deplasarea ei prin strat este redusă. După condensarea completă a aburului începe împingerea țițeiului cu bordura de apă fierbinte.

— Mărirea bordurii de abur pînă la 0,5 L (L fiind lungimea stratului) duce la o creștere importantă a recuperării finale de țiței, mărind în continuare bordura; cantitatea de țiței recuperat nu mai crește.

— Mărimea ce trebuie s-o aibă bordura de abur se stabilește pentru fiecare caz concret în parte printr-o fundametare tehnico-economică.

Voloşin, V. A. ş.a. **Influenţa presiunii hidraulice şi a temperaturii asupra proprietăţilor reologice ale pastelor de ciment.** În : Nefteanoe Hozeaistvo 50, nr. 9, sept. 1972, p. 24.

Pînă în prezent influenţa presiunii hidraulice şi a temperaturii asupra proprietăţilor reologice a pastelor de ciment — viscozitatea structurală şi tensiunea dinamică limită de forfecare — se cunoaşte în condiţiile presiunii atmosferice şi temperaturii de pînă la 90°C.

În lucrare se studiază şi se determină valorile acestor parametri pentru pasta de ciment cu bentonită şi pasta cu zgură supuse la temperaturi de pînă la 120°C şi presiuni de pînă la 150 kgf/cm². Pentru aceasta a trebuit să se proiecteze şi construiască un viscozimetru special, care să permită efectuarea cercetărilor la temperaturi şi presiuni ridicate. Pentru experimentare s-au utilizat tuburile capilare cu diametrul interior de 4 mm.

Se prezintă curbele de variaţie în timp sub influenţa temperaturii şi presiunii hidraulice a parametrilor reologici citaţi. Se subliniază că reducerea influenţei presiunii hidraulice asupra cimentării se poate obţine prin tratarea pastelor de obturare utilizate cu substanţe active de suprafaţă. Acestea asigură formarea pe suprafaţa fazei solide a unor învelişuri solvatate rezistente.

Muhin, L. K. ş.a. **Cercetarea corodării prăjinilor de foraj provocată de acţiunea fluidelor de foraj.** În : Burenie, nr. 9, sept. 1972, p. 20.

Printre problemele importante legate de forajul sondelor de ţiţei şi gaze figurează combaterea corodării garniturii de foraj, în primul rînd a prăjinilor de foraj. În timpul lucrului prăjinile de foraj se află în contact cu fluidele de foraj, care de cele mai multe ori au o mare capacitate de corodare. Astfel, aerarea continuă a fluidului de foraj, alternarea coroziunii atmosferice şi de fund (operaţiile de introducere-extragere), starea de tensiune a garniturii de prăjini de foraj, prezenţa în fluid a electroliţilor agresivi, sînt tot atîţia factori care accelerează degradarea prin coroziune a prăjinilor de foraj.

Unul din mijloacele eficiente de combatere a coroziunii este utilizarea inhibitorilor. Printre inhibitorii de reducere a acţiunii corosive a fluidelor de foraj şi de îmbunătăţire, totodată, a proprietăţilor lor tehnologice se poate enumera aditivul complex monofuncţional VNII NP—117 pe bază de ulei de pin şi substanţă activă de suprafaţă DS—RAS (o sare de sodiu a alchilarilsulfoacizilor) de intensificare a emulsionării în fluidul de foraj a aditivului. Se prezintă rezultatele încercărilor de laborator şi de schelă a acestor inhibitori. Utilizarea lor a contribuit la reducerea de 2—3 ori a vitezei de coroziune a prăjinilor şi îmbunătăţirea indicatorilor fluidului de foraj.

Ţirin, Iu. Z. ş.a. **Prevenirea cu ajutorul pacherului hidraulic tip PPG a manifestărilor de gaze prin spaţiul inelar.** În : Burenie, nr. 9, sept. 1972, p. 36

Cauzele care duc la manifestări de gaze prin spaţiul inelar încep practic după efectuarea cimentării coloanelor. De aceea drept măsură radicală pentru o izolare sigură a unui strat de gaze, este realizarea în cadrul consolidării sondei a unor punţi ermetice în spaţiul inelar cu ajutorul pacherelor hidraulice montate pe coloana tubată. În acest scop este indicată utilizarea pacherelor, care să se declanşeze sub acţiunea creşterii presiunii în coloană în momentul ajungerii dopului de cimentare pe inelul de oprire. Această posibilitate o asigură pacherele hidraulice de tip PPG. În lucrare se descrie construcţia, procesul tehnologic de utilizare a pacherului PPG—170 şi performanţele realizate de schelă. Încercările au confirmat buna declanşare şi rezistenţă a pacherului la o diferenţă de presiune stabilită exercitată asupra corpului său, elementul de etanşare rezistînd la o cădere de presiune în spaţiul inelar de pînă la 120 kgf/cm².

Kulighin, N. A. **Supapă de reţinere manevrabilă pentru garniturile de foraj.** În : Maşini i nefteanoe oborudovanie, nr. 8, aug. 1972, p. 21.

Pentru a preveni o erupţie liberă sau a o combate pe cea produsă, în afară de prevenitoare şi manifold corespunzător pentru închiderea spaţiului inelar în garnitura de foraj se mai intercalează o supapă de reţinere pentru închiderea canalului de circulaţie. În practică săparea sondelor se face de regulă, fără supapă de reţinere. Aceasta se datoreşte faptului că la sondele adînci utilizarea supapelor de reţinere poate fi cauza unor complicaţii.

În articol se analizează deficienţele principale ale supapelor de foraj existente. Se arată condiţiile la care trebuie să răspundă supapele de reţinere moderne. Se prezintă una din soluţiile constructive ale supapei de reţinere, care răspunde condiţiilor date.

***Noua instalaţie electrică de forat sovietică.** În: Pétrole informations, nr. 1 245, 1972.

Biroul de studii de foraj electric din Harkov a construit o instalaţie de forat electrică de dimensiuni reduse, de 164 mm diametru, dotată cu un sistem de control care permite corijarea abaterii găurii de sondă de la direcţie.

Instalaţia denumită, STC—164, este compusă dintr-un emiţător electronic de adîncime şi dintr-un receptor — înregistrator de suprafaţă. Dispozitivul de adîncime se găseşte într-un container etanş al coloanei de foraj, deasupra trepanului, în care se află un ansamblu de captare care transformă parametrii măsuraţi în semnale care sînt transmise la suprafaţă. Dispozitivele de suprafaţă sînt prevăzute cu un filtru de joncţiune situat în staţia de comandă şi cu un pupitru receptor cu sisteme automate de înregistrare.

După condiţiile geologice şi exigenţele tehnologice, instalaţia STC—164 permite forarea de sonde la mare adîncime folosind orice fluid de spălare (grele, uşoare sau aerate). Forarea sondelor înclinate este realizată printr-un mecanism de centrare instalat în motorul şi în tija de foraj.

Pentru forarea în roci adînci cu caracteristici elastice şi plastice ridicate se poate conecta un demultiplicator care măreşte cuplul trepanului şi reduce viteza sa de rotaţie.

Industria electrotehnică a U.R.S.S. produce astfel de instalaţii cu diametrul de 290—164 mm.

***Noi platforme de foraj autoridicătoare, pot fora în ape adînci de 90 m.** În : World Oil, **175**, nr. 1, iul. 1972, p. 36.

O nouă platformă autoridicătoare de foraj, Diomond M. 99 a fost construită în şantierele navale din Orange (Texas). Ea are o formă triunghiulară 63 × 54 m şi un pescaj de 6,6 m şi este susţinută de trei picioare, cu secţiune pătrată 6,6 × × 6,6 m, cu înălţime de 127 m. Platforma a fost concepută pentru a putea fora pînă la 9 000 m în ape adînci de 90 m. Ea va începe în curînd să sape in largul coastei de West a Cameronului (Louisiana).

Platforma este prevăzută la pupă cu o deschidere 15 × 15 m destinată forajului. Se pot săpa succesiv de pe un amplasament pînă la nouă sonde şi aceasta graţie substructurii graniculuí montat pe sanie şi care se poate uşor deplasa. Turla are o capacitate de 600 t şi o înălţime de 45 m şi se poate şi ea deplasa lateral deasupra găurii de sondă.

Fiecare picior al platformei este prevăzut cu un angrenaj de ridicare acţionat de cîte un motor 20 CP. Capacitatea de ridicare este de 6 900t cu viteza de 0,3 m/min. Capacitatea statică de susţinere este de 12 600 t, cu o sarcină variabilă pe bord de 1500 t.

Energia necesară este furnizată de două grupuri diesel-electrice de cîte 2 250 CP. Troliul de foraj este prevăzut cu două tobe din care aceea de lăcărit cu o capacitate de 6 000 m cu cablu de 14 mm. Geamblacul, de 760 t, are role de 1 520 mm pentru cablu de 38 mm. Macaraua şi capul hidraulic au capacităţi de 650 t. S-a prevăzut un grup de prevenitoare de 13 5/8 in cu comandă automată.

Pentru deplasarea şi poziţionarea sa, platforma este prevăzută la pupă cu două elici de împingere de cîte 750 CP. Pe platformă s-a prevăzut o capacitate de găzduire pentru 54

de muncitori şi diferite sisteme de telecomunicaţie. Platforma poate lucra în ape adînci de 90 m dacă acestea sînt relativ calme, în afară de perioada furtunilor. În apele din Marea Nordului, adîncimea de lucru este de 75 m.

Kennedy John L. **Controlul scurgerilor şi tratarea deşeurilor la instalaţiile de foraj montate pe şlepuri.** În: Oil Gas J. **70**, nr. 34, 21 aug. 1972 p. 92—98.

În S.U.A., regulamentele federale şi statale, referitoare la protecţia mediului înconjurător, au devenit foarte severe. De aceea o serie de instalaţii de foraj pe şlepuri, lucrînd în apele teritoriale ale Lousianei şi pe versantul nordic din Alaska au fost modificate pentru ca să se poată respecta aceste regulamente cu o jenă minimă adusă operaţiilor de foraj. Costul lor se ridică la 20 000 $ pentru o instalaţie.

Problema constă în captarea tuturor scurgerilor de ţiţei, ulei sau combustibil ce se pot produce, cît şi tratarea gunoaielor, rămăşiţelor şi a lichidelor menajere.

Pentru a capta scurgerile produse pe podul sondei, acesta este înconjurat cu o barieră de 15 cm, iar o serie de tăvi sînt plasate sub motoare, troliu, masa rotary, scaunele de prăjini etc. Scurgerile astfel captate sînt dirijate într-un decantor care permite evacuarea apei, scurgerile petroliere fiind trase de o pompă care le trimite într-un separator. De aici apa este evacuată iar reziduurile stocate şi eventual amestecate cu noroiul de foraj, ele pierzîndu-se în gaura de sondă în turta de noroi formată pe pereţi.

Apele şi lichidele menajere sînt introduse într-o instalaţie specială unde sînt supuse unei descompuneri bacteriene, clorificării, aeraţiei şi, în final, unei tratări chimice. O unitate de tratare are o capacitate de 6 $m^3/d$ (suficientă pentru o echipă de 18—26 muncitori) cu dimensiunile 1,9 × 1,95 × × 3,5 m şi cîntăreşte 2,4 t. După o primă trecere printr-un grătar care reţine porţiuni neorganice, produsele sînt aerate cu ajutorul unei suflante (oxigenul necesar activităţii microorganismelor şi reducerii substanţelor organice în $CO_2$ şi apă). După trecerea într-un clarificator unde se depun solidele (reluate de aici printr-un elevator cu aer lift şi reîntoarse la camera de aerare), produsele trec într-o cameră de clorinare (cu hiperclorat de Na), de unde, fiind sub formă de lichide limpezi, fără miros, pot fi evacuate în exterior. Gunoaiele şi resturile ce pot fi arse sînt incinerate într-un coş suspendat în afară de şlep printr-o macara, iar resturile necombustibile sînt adunate în conteinere cu care se transportă la mal.

În acest mod se realizează conformarea la noile regulamente care specifică cifre precise pentru calităţile efluenţilor: necesitate în oxigen biologic, materii în suspensie, conţinut în Cl rezidual şi hidrocarburi permise.

Cooley Beaumont B. **Mărirea preciziei probării sondelor prin prăjini sau cablu, prin introducerea de substanţe trasoare în noroiul de foraj.** În: World Oil **175** nr. 2, 1 aug. 1972 p. 40—44.

Întrucît prezenţa nitraţiilor este extrem de rară în apele de adîncime, dacă se utilizează ionul nitrat ca trasor, prezenţa chiar a cîtorva p.p.m. în lichidul recuperat prin proba prin prăjini va indica că această apă este contaminată de noroiul de foraj prin filtrare.

Se utilizează de obicei ca indicator nitraţi de amoniu, sodiu, potasiu în proporţie de 0,14 $kg/cm^3$ de noroi în circuit. Se obţine o concentraţie vecină de 100 p.p.m. de nitraţi, care, fiind foarte mică nu afectează bilanţul noroiului. Cu timpul se constată, prin degradare chimică sau biologică, o pierdere mică de concentraţie în nitraţi.

Se introduce trasorul în noroi în ziua precedînd atingerea stratului obiectiv. În lichidul recuperat la proba cu testerul, dozarea nitraţilor se face rapid şi uşor prin metoda colorimetrică.

Una din cele mai dificile probleme întîlnite la evaluarea formaţiunilor este deosebirea apelor de strat de cea provenită prin filtrare din noroiul de foraj. Aceasta se poate face cînd sînt diferenţe mari, cunoscute de salinitate între apa de strat şi noroi. Cînd diferitele constante sînt mici sau cînd nu se unoaşte salinitatea apei de strat (sonde de explorare) deosebirea nu se mai poate face prin dozajul sării. Din acest motiv trasorul nitrat este foarte util. Se dau exemple de sonde din New Mexico, cu strate de mică presiune, contaminate de un noroi cu filtraţie mare, unde fără utilizarea acestui trasor, s-ar fi trecut peste strate productive fără a le putea pune în evidenţă.

În noroaiele cu bază de apă conţinînd motorină sau ţiţei, deosebirea hidrocarburilordin strat de acele provenite din noroi se poate face utilizînd ca trasor mici cantităţi de naftalină sau hidrocarburi superioare lui $C_8$. În noroaiele cu lignosulfonaţi, trasorul obişnuit este ionul crom. Acesta cere analize complicate de determinare. De aceea trasorul ion-nitrat este mai uşor de folosit.

Se dă o serie de exemple de aplicare a metodei arătînd că nesiguranţele datorate dozării sării sînt îndepărtate prin dozarea ionului nitrat.

Costul aplicării acestei metode este foarte redus: circa 7 $/sondă.

Kennedy John L. **Optimizarea forajului marin cu ajutorul telecomunicaţiilor prin sateliţi artificiali.** În: Oil Gas J. 70, nr. 35, 28 aug. 1972, p. 84—88.

Societatea Amco care forează sonde în Marea Nordului, transmite direct datele necesare optimizării forajului la centrala Tulsa (S.U.A.), unde sînt prelucrate de serviciul său de optimizare (Op drilling) cu ajutorul unor calculatoare speciale. În acest fel, preţul metrului forat a fost redus cu 25% (de la 115 la 98 $/m) şi se speră să se ajungă prin această metodă la o reducere de 30—40%. Transmisia rapidă a datelor se face astfel: de la platforma sondei datele se transmit prin radio la terminalul Great Yarmouth din Anglia şi de aici printr-unul din sateliţii staţionari de telecomunicaţie, la calculatorul din Cleveland (S.U.A.) şi centrala din Tulsa.

Kelley Terry. **Un nou separator de fund reduce blocarea pompelor cu gaze.** În: World Oil **175**, nr. 1, iul. 1972, p. 37—42.

În şantierele petrolifere mexicane se întîlnesc mari dificultăţi la sondele în pompaj, din cauza raţiilor mari de gaze. Utilizarea separatoarelor de fund convenţionale nu a putut rezolva problema. În statul Veracruz (Mexic) s-a încercat un separator de fund, tip Korkele, care a dat rezultate foarte bune. Astfel, la o producţie medie de sondă de 11 $m^3/d$, creşterea medie de producţie pe sondă a fost de 17 $m^3/d$, adică o mărire a producţiei de circa 150%.

Acest tip nou de separator se montează imediat sub pompa de adîncime convenţională. El constă dintr-o cămaşă exterioară înfundată la partea de jos şi fixată de baza pompei printr-un dop redus la partea superioară. Această cămaşă este prevăzută la partea superioară cu găuri (cu sau fără sită) permiţînd pătrunderea lichidului. În interior se află un tub plutitor şi o ţeavă de descărcare ce leagă tragerea pompei de baza tubului plutitor şi care este prevăzută la bază cu un scaun de supapă.

De baza tubului plutitor este fixată o tijă prevăzută cu o supapă. Scaunul şi supapa sînt executate din carbură de Wolfram rezistentă la abraziune. Cămaşa exterioară este lungă de 9 m şi ţeava plutitoare de 7,2 m. Jocul diametral dintre ele este de circa 12 mm. Diametrul exterior al cămăşii depinde de diametrul coloanei sondei. Cămaşa exterioară, o dată umplută cu lichid, rămîne plină, iar lichidul ce pătrunde în plus trece în tubul plutitor. Pe măsură ce acesta se umple, îşi pierde din flotabilitate, mergînd în jos şi deschizînd supapa de admisie. Atunci volumul de lichid de circa 35 $dm^3$ din plutitor este împins de presiunea din coloană spre tragerea pompei. Pe măsură ce plutitorul se goleşte de lichid flotabilitatea sa creşte şi se ridică, închizîndu-se supapa şi în acest fel se împiedică pătrunderea gazelor libere în pompă. Cînd plutitorul se umple din nou de lichid, ciclul se repetă.

În sondele cu nisip, separatorul se fixează cu 9—27 m deasupra perforaturilor, iar la acele fără nisip el se introduce în sacul de sub perforaturi. Pistonul se fixează în pompă cu o fereastră minimă.

Se lasă să crească presiunea din coloană, după ce s-a început pompajul, închizînd robinetul de evacuare. Se măsoară

producția la intervale de patru ore, reducînd în fiecare interval presiunea din coloană cu circa 1,5—1,7 at. Se determină astfel presiunea optimă care trebuie menținută în coloană. Funcționarea pompei se verifică periodic cu ajutorul dinamometrului.

Menținerea unei presiuni diferențiale optime între strat și gaura de sondă permite obținerea debitului maxim, cu un minim de turbulență care provoacă formarea de spumă. În acest fel se reduce răcirea cauzată de detenta gazelor micșorînd în acest fel procesul de depunere a parafinei în strat.

Acest separator se poate utiliza la evacuarea automată a apei din sondele de gaze. În acest scop el se montează la baza unui tubing echipat la distanțe convenabile cu supape de gaz-lift.

***Noi explorări marine pe coastele Greciei. În : Oil Gas J. **70**, nr. 35, 28 aug. 1972 p. 27.

Un grup dirijat de Colorado Greece Oil Co a încheiat un contract cu Reading and Bates Offshore Drilling Co. pentru a săpa o sondă de explorare cu adîncimea de 2 200 m în Marea Egee. Această sondă va fi amplasată la 18 km la sud de portul Cavala și 8 km vest de insula Tases, în ape adînci de 54 m, pentru a pune în valoare o concesiune cu o întindere de 1,75 mil.m$^2$. O primă sondă de explorare a pus în evidență în acest zăcămînt un nisip impregnat cu țiței avînd o grosime de 60 m. Sonda va fi săpată cu nava de foraj „Sonda I" care, a lucrat pînă în prezent în Marea Nordului pe coastele Scoției.

***Exploatarea zonei daneze a Mării Nordului. În : World Oil, **175**, nr. 2, 1 aug. 1972, p. 33—35.

În vara anului 1972 va fi pus în valoare primul cîmp petrolifer din zona daneză a Mării Nordului, la circa 190 km vest de coasta Danemarcii. Această structură Dan, denumită la început M, este una dintre cele șapte descoperite în apele daneze. În șantierul Dan, sonda M—1 X a fost răzbită în aprilie 1971, la adîncimea de 2 060 m, găsind formațiuni productive groase de 180 m între 1 800 și 1 980 m. Intervalul productiv cuprinde o zonă de gaze, o zonă de tranziție apă-țiței și 90 m de strat petrolifer. Zona productivă este constituită din calcare și cretă de vîrsta Daniană, cu mare porozitate și permeabilitate redusă a matricei.

Țițeiul are o densitate de 0,870, fără sulf. La proba inițială sonda a produs timp de 10 ore pe duză 1/2 in, cu o alură de 575 m$^3$/d.

Instalațiile de exploatare cuprind : 1 — o platformă fixă pentru cinci sonde, 2 — o platformă de producție (separație înaltă și joasă presiune și deshidratare termo-electrică a țițeiului) ; 3 — o platformă mică susținînd coșul de gaze ; 4— o geamandură de amarare — încărcare pentru transferul producției. Platforma capetelor de erupție se află la 30 m de aceea a separatoarelor și la 90 m de cea a coșului de gaze.

Platforma capetelor de erupție fixată în ape adînci de 43 m, are patru picioare și șase deschideri de foraj. Dimensiunile punții sînt 10,4—11,9 m. Ea este ancorată prin pile de 42 in forțate prin picioarele ei pînă la 30 m în sol. În aceste pile s-au forat găuri de 115 m adîncime, ∅ = 30 in. Forarea sondelor prin orificiile de forare s-a făcut cu ajutorul instalației autoridicătoare Britannia.

În sonde, un tubing de 3 1/2 in este așezat și zăvorît pe un niplu de fixare prevăzut pe coloană, la cel puțin 90 m sub nivelul fundului mării.

Imediat deasupra acestui punct se montează pe tubing o valvă de siguranță cu bilă, acționată hidraulic de la suprafață printr-o țeavă cu un ∅ 1,66 in (între coloană și tubing). În caz de rupere accidentală a instalației de la suprafață, valva se închide izolînd tubingul, care rămîne suspendat în niplul coloanei, menținînd în poziție și pacherele care izolează stratele la baza tubingului.

Sondele se exploatează prin trei rînduri de perforaturi izolate între ele prin pachere. În dreptul stratelor productive sînt dispozitive de obturare cu cămașă alunecătoare. La punerea în producție, cu aceste dispozitive de obturare, se acidizează fiecare strat separat și succesiv, de jos în sus.

Sondele producînd la 105 at trec prin două etape de separație în separatoare trifazice de unde țițeiul trece în două tritere electrostatice situate pe puntea inferioar ă. Țițeiul este stocat într-un rezervor tampon de 80 m$^3$ și po mpat în vasul petrolier cu pompe centrifuge cu un debit de 400 m$^3$/h. Se studiază instalarea unui stocaj submarin.

Apa separată de țiței este trecută într-un decantor existent într-unul din picioarele platformei și după curățire, evacuată în mare.

Țițeiul de pe platformă este pompat printr-o conductă 12 in × 1 500 m la geamandura de încărcare la care se ancorează vasul de transport.

***Două noi descoperiri în Marea Nordului. In : Pétrole informations, nr. 1244, 1972.

Recent s-a anunțat descoperirea a două zăcăminte de petrol și gaze naturale importante în Marea Nordului, unul în zona norvegiană și celălalt în zona britanică.

În sectorul norvegian, sonda Heimdall nr. 1 a dat petrol după ce în prealabil a dat gaze naturale. Se crede că este vorba de un zăcămînt important într-un strat de gresie jurasică de 210 m grosime, situat la 22 km la sud de zăcămîntul de gaze naturale de la Frigg.

Rezervele de gaze naturale din straturile superioare ale zăcămîntului de la Heimdall au fost evaluate la 100 miliarde m$^3$, în timp ce zăcămîntul Frigg ar conține 300 miliarde m$^3$.

În zona britanică, la circa 40 km la vest de Frigg și de Heimdall, a fost descoperit zăcămîntul Beryl care a dat 3 400 barile/zi petrol de 39° API și 3 570 000 pc/zi gaze naturale sub presiune.

*** Un nou sistem de exploatare submarină. În : Petroleum Engineer **45**, nr. 8 aug. 1972, p. 14.

Prima instalație de exploatare submarină, permițînd personalului să lucreze într-un mediu uscat, a fost instalată de Shell Oil Co, în iulie a. c. în Golful Mexic. Ea a fost concepută și realizată de Lockheed Petroleum Services Ltd. Capul de coloană al primei sonde astfel echipate este plasat pe fundul Mării (Main Pass Block 290) la o adîncime de 116 m. După completare, tubingul a fost astupat cu un dop, demontîndu-se prevenitoarele de erupție. S-a coborît atunci o cameră cu diametrul de 3 m, înaltă de 9 m, care s-a fixat de capul de coloană. Operația s-a realizat utilizînd cabluri de ghidaj legate la placa de bază susținînd capul de coloană. În această cameră, menținută la presiunea atmosferică s-a montat capul de erupție.

Camera capului de erupție actuală este proiectată pentru a putea lucra la adîncimi de 360 m, dar cu unele modificări ea ar putea fi folosită și la adîncimi mult mai mari. Personalul necesar diferitelor operații este coborît cu ajutorul unei capsule sferice etanșe, ghidată de aceleași cabluri fixate de placa de bază. Capsula are o flotabilitate pozitivă și ea coboară prin tracțiunea unui cablu fixat de camera capului de erupție, înfășurat pe un vinciu plasat în capsulă. Ajungînd în contact cu camera, capsula este zăvorîtă pe un locaș special. Se pompează apa conținută în cameră și, printr-un tambuchiu plasat la baza capsulei, personalul și materialele se transferă în cameră, unde lucrează în condiții atmosferice. Capsula a fost experimentată lîngă insula Vancouver, în ape adînci de 270 m.

A doua fază a lucrărilor constă din instalarea unei mari camere submarine conținînd o claviatură de primire a liniilor de amestec venind de la diferite sonde individuale, echipate ca mai sus.

În ea sînt instalațiile necesare etalonării sondelor și de transfer. Această fază va fi realizată în anul 1974. O a treia fază, programată pentru anul 1975, va consta dintr-o cameră mare la presiunea atmosferică, plasată și ea pe fundul mării, conținînd instalațiile de separație și de evacuare a producției spre suprafața mării la puncte de stocare plutitoare și de încărcare în vase de transport.

Avantajul acestei metode de exploatare este de a utiliza pentru capetele de erupție, aparate de control și separație etc., echipament de tip terestru, evitîndu-se pentru execuția operațiilor folosirea unor scufundători profesionali, putînd fi

realizate de personal obişnuit, lucrînd într-un mediu atmosferic. Operaţiile de intervenţie se fac prin metoda TFL (through flow line) prin introducerea unor scule speciale prin liniile de amestec şi două tubinguri paralele. Din capsulă se pot face, de asemenea, operaţii cu instrumente coborîte cu sîrma cu ajutorul unui vinciu, energia necesară, aerul de respirat etc. fiind aduse în capsulă printr-un cordon legat la o navă de suprafaţă.

Capsula este echipată cu aparate de control şi alarmă a calităţii aerului şi de detectare a scăpărilor de gaze.

Acest sistem de exploatare va avea un larg cîmp de aplicare în apele Mării Nordului.

*****Noi zăcăminte de petrol descoperite în largul coastelor Nigeriei.** În : Oil Gas J., **70**, nr. 35, 28 aug. 1972 p. 25.

În largul coastei Nigeriei s-au descoperit două noi zăcăminte petrolifere prin sonda 1 Middleton (19 km sud-est de şantierul existent Pennington) şi 1 Anyola (80 km mai departe, la sud-est de primul). Sonda 2 Middleton a dat la probele de producţie 1 100 $m^3$/d ţiţei cu densitate 0,810—0,840 din trei zone productive între 470 şi 2 200 m. În regiunea respectivă, apele au adîncimi de 15 m. A doua sondă, 1 Anyola a produs 840 $m^3$/d din două strate la 1 370 şi 2 100 m. Sonda este situată în ape adînci de 48 m. O sondă de confirmare, 2 Anyola, la 6,5 km nord-vest de prima a produs dintr-o singură formaţiune 750 $m^3$/d de la adîncimea de 2 300 m (densitate 0,825). Suprafeţele concesiunilor puse în valoare de aceste sonde sînt de 500 000 $m^2$.

Kerşenbaum, Ia, M. **Cu privire la problema alegerii compoziţiei acoperirii epoxidice rezistentă la uzură pentru ţevile de atracţie a ţiţeiului prin pompaj de adîncime cu prăjini.** În : Meşini i nefteanoe oborudovanie, nr. 8, aug. 1972, p. 31.

Acoperirile epoxidice în interiorul ţevilor de extracţie reprezintă un mijloc eficient de combatere a coroziunii şi a depunerilor de parafină. În cazul extracţiei prin pompaj de adîncime cu prăjini, acoperirile epoxidice mai trebuie să reziste şi la uzură prin frecare.

Încorporarea în compoziţia polimerului epoxidic a unor materiale de umplere măresc rezistenţa la uzură a acoperirilor.

Acoperirea plastificată prezintă cea mai mare rezistenţă la uzură. Conţinutul optim de cel mai eficient plastificator „DBF" (dibutilftalat) în acoperirile epoxidice interioare recomandate pentru ţevile de extracţie, este de 10 părţi în greutate.

Horning, J. I. şi Mc. Curry Gerald, L. **Mărirea instalaţiilor de exploatare de la Dubai** (Golful Persic). În : Oil Gas J. **70**, nr. 35, 28 aug. 1972, p. 53.

La începutul anului 1973, Dubai Petroleum Co. va dispune de cel mai mare complex de exploatare marină din lume, în Golful Persic la şantierul Fateh. Din acest zăcămînt se extrag 22 000 $m^3$ ţiţei/d prin patru platforme, fiecare cu cîte şase sonde. La 16 km sud-vest de actualul şantier o sondă de explorare a pus în valoare un nou zăcămînt, Fateh sud-vest, unde se vor instala două platforme a cîte şase sonde, iar după o separaţie primară ţiţeiul va fi trimis spre instalaţiile de stocare de la Fateh printr-o conductă 16 km × 24 in. Această separaţie primară se face în cel mai mare separator din lume montat sanie (4,2 × 23 m, înălţime 9 m) cîntărind 160 t. El constă din două corpuri cilindrice suprapuse, cel inferior servind la separaţia primară, iar cel superior la curăţirea gazelor de picăturile de ţiţei antrenate. Instalaţia mai are încă un separator orizontal de etalonare. În acest nou şantier sondele au producţii ce variază între 800 şi 3 200 $m^3$/d, iar adîncimea sondelor este de 2 400—3 000 m. Ţiţeiul degazat este pompat la 14—17 at spre instalaţia centrală de stocare de la Fateh. În prezent această instalaţie constă din două nave de transport dezafectate cu capacităţi unitare de 40 000 $m^3$ şi dintr-un rezervor montat invers de 80 000 $m^3$, instalat în anul 1969. Acest rezervor are forma unei pîlnii răsturnate pozată pe o ramă instalată pe fundul mării, gîtul pîlniei depăşind cu 15 m nivelul apei. Rezervorul, deschis la partea inferioară, este plin cu apă de mare atunci cînd nu conţine ţiţei. Introducerea acestuia deplasează apa luîndu-i locul. Aparatele de control menţin interfaţa ţiţei — apă în interiorul vasului, pentru a evita poluarea mării. În cursul acestui an se vor monta încă două rezervoare asemănătoare, K2 şi K 3. Rezervorul K2 este echipat cu o platformă de lucru de 25,7 × 73 m pe care sînt situate instalaţiile de separaţie ale şantierului Fateh sud-vest. Rezervorul K3 este prevăzut cu o platformă asemănătoare, pe care sînt instalate pompele de transfer, instalaţiile energetice şi de telecontrol pentru ansamblul şantierelor.

S-a preferat soluţia platformelor construite pe rezervoare a unor platforme independente, întrucît este mai economică. Astfel platforma de pe rezervorul K2 poate suporta o sarcină de 4 000 kgf/$m^2$ (sarcină totală 3 370 t) la un cost de 97$/$m^2$, iar platforma K3 1 960 kgf/$m^2$ (sarcină totală 1 800 t) la un cost de 80 $/$m^2$. Costul unor platforme independente suportînd aceleaşi sarcini ar fi de 190—243 $/$m^2$. Cele trei rezervoare K1, K2 şi K3 sînt legate între ele prin pasarele. Surplusul de gaze separate sînt evacuate la coş, respectiv cele de joasă presiune la un coş plasat la extremitatea unei pasarele lungă de 300 m, iar cele de înaltă presiune sînt duse printr-o conductă subterană la un coş montat pe o structură independentă la 540 m distanţă.

Capacitatea de încărcare în vase a instalaţiei de transfer este de 16 000 $m^3$/h (trei turbo-pompe de 5 500 CP) ceea ce face ca un petrolier de 300 000 dwt să fie încărcat în 24 de ore.

Pe o platformă independentă cu şase pile (motive de siguranţă) sînt asigurate condiţiile de cazare pentru 100 de oameni, cu tot necesarul pentru confort (inclusiv o instalaţie de desalinare a apei de mare pentru un debit de 1 $m^3$/h). Energia necesară este produsă de trei generatoare antrenate de turbine cu gaze cu puteri unitare de 850 kW (curent 480 V, 60 Hz). Există un grup de rezervă diesel tot de 850 kw. S-au luat toate măsurile necesare evitării poluării mediului. Pentru protecţia muncii şi paza contra incendiilor s-au instalat dispozitive de izolare a platformelor acţionate de detectoare de gaze de ieşire a presiunilor din liniile prestabilite.

***** Metode de reducere a costului extracţiei ţiţeiului.** În : Petroleum Engineer **45**, nr. 8, aug. 1972 p. 64.

Condiţiuni mai bune de exploatare se obţin, mai ales pentru sondele ce vor fi exploatate prin pompaj, deja din timpul forajului, prin săparea de găuri drepte folosind prăjini grele pătrate şi garnituri stabilizate. De asemenea, fluidele de sapă de bună calitate reduc daunele aduse stratului, iar o mai bună izolare a apelor prin cimentare se realizează folosind cimenturi cu pierdere redusă de apă, sablarea coloanei şi o bună centrare. De asemenea, perforarea selectivă permite producerea unui ţiţei mai curat.

O serie de date obţinute în timpul forajului sau la punerea în producţie permit o mai bună cunoaştere a zăcămîntului : energia de expulzare a fluidelor din strat, momentul începerii erupţiei naturale, metodele cele mai indicate de stimulare etc. Date de presiune de fund permit determinarea debitului optim de producţie şi metodele optime de menţinere a presiunii zăcămîntului. Dezvoltarea cunoştinţelor noastre ne permit o mai bună stabilire a dimensiunilor garniturilor de prăjini de pompare, a contrabalansării unităţii şi, deci, pomparea în condiţii cît mai economice.

Utilizarea pompelor hidraulice de fund a arătat că ele sînt competitive faţă de pompajul clasic, fiind extrem de flexibile din punctul de vedere al volumelor pompate, adîncimilor de pompare etc.

Sondele producînd ţiţeiuri care conţin mari cantităţi de agenţi corosivi, ca $SH_2$ şi $CO_2$, pomparea este acum posibilă graţie unei game largi de inhibitori. De asemenea, alţi inhibitori au permis rezolvarea dificultăţilor produse de depunerile de cruste (ape de strat puternic mineralizate şi instabile).

Generalizarea sistemului LACT permite o reducere importantă a investiţiilor aferente instalaţiilor de colectare, separare

şi măsurare a producţiei. Recuperarea vaporilor bogaţi în hidrocarburi grele, aduce un important venit suplimentar, reducînd şi pericolul de incendiu.

Pompajul ţiţeiurilor asociate cu cantităţi mari de gaze este posibil chiar de sub pachere, utilizînd garnituri de ţevi de evacuare a gazelor. De asemenea, s-au perfecţionat separatoarele de fund permiţînd pompajul fără blocarea pompei cu gaze.

Calitatea prăjinilor de pompare şi a materialului de pompare s-a ameliorat considerabil, permiţînd exploatarea prin pompare a unor volume importante, la adîncimi mari, în medii corosive. Aparate de probare a ţevilor de extracţie permit eliminarea scăpărilor. Calitatea îmbinărilor ţevilor de extracţie şi a prăjinilor de pompare s-a ameliorat considerabil. Metodele de control al strîngerii îmbinărilor prăjinilor au eliminat majoritatea deşurubărilor şi ruperilor de cepuri şi mufe, executînd îmbinările cu cuplul de strîngere corespunzător.

Toate aceste progrese recente permit exploatarea rentabilă a unor sonde ce în trecut ar fi fost părăsite ca nerentabile şi reducerea în general a costului extracţiei.

Jones Bill, R. **Gravitometrul de fund permite determinarea porozităţii stratului.** În : World Oil. **175**, nr. 2, 1 aug. 1972, p. 56.

Cu gravitometrul de fund se poate face determinarea densităţii rocii. Acest aparat poate determina cu precizie densitatea rocilor „in situ". Dat fiind că volumul rocii este mare prin măsurători cu gravitometrul se reduce eroarea introdusă de prezenţa turtei de noroi a filtraţiilor şi a coloanei.

Cu acest aparat se pot rezolva următoarele trei probleme mari, şi anume : 1 — o porozitate inegal distribuită ; 2 — prezenţa zonelor cu ţiţei în apă dulce ; 3 — greutatea specifică aparentă a rocii.

Principiul de funcţionare a aparatului constă în a determina diferenţa de atracţie gravimetrică între două puncte. Aceasta fiind în funcţie de gradientul aerului şi masa de materiale situate între punctele de măsură. Distanţa $\Delta Z$ dintre cele două puncte se determină prin măsurarea pe cablu de coborîre. Diametrul zonei afectate de măsurătoare este $5\,\Delta Z$. Se determină deci valoarea densităţii aparente a materiei conţinute într-un cilindru circular cu înălţimea $\Delta Z$ şi cu diametrul $5\,\Delta Z$. Întrucît $\Delta Z$ este de ordinul a 30 m, se va investiga deci pe o distanţă de circa 150 m de sondă. Se vede deci că se obţine în sondă un profil de densitate, dar în loc ca el să arate densitatea pe distanţe de centimetri de sondă ca diagrafiile obişnuite de densitate, el le determină pe distanţe de metri.

Utilizarea acestui aparat, cu o precizie de 0,010 miligali este limitată de diametrul găurii, de temperatura de fund şi de durata operaţiei.

Temperaturi de fund ridicate şi diametre mici de gaură împiedică introducerea aparatului. Durata operaţiei, care este de 12—24 ore, poate produce o întrerupere prea lungă şi deci costisitoare a forajului, mai ales în cazul forajelor marine unde chiria instalaţiei este foarte mare.

El permite determinarea greutăţii specifice aparente a rocilor, determinarea considerată importantă la sondele din Golful Mexic. S-au găsit astfel diferenţe de 0,15 g/cm³, datorită diferenţei de adîncime de investigaţie. Determinarea porozităţii cu acest aparat este interesantă mai ales în cazurile unei porozităţi neuniforme, ca în cazul fisurilor sau cavernelor din roci (porozitate vugulară, mai ales în dolomite).

De asemenea, aparatul permite determinarea conţinutului în fluide din roci. La porozităţi de circa 30% aparatul permite deosebirea între ţiţeiuri, gaze şi apă. La porozităţi de 12% se pot deosebi numai hidrocarburile de apă.

Diagrafia radioactivă permite detectarea hidrocarburilor însoţite de ape salmastre sau sărate, dar nu şi de ape dulci.

Gravitometrul de adîncime permite detectarea hidrocarburilor şi în asociere cu apă dulce (Miocenul din Golful Mexic din regiunea Texas).

Zacharias Ellis, M. Jr. **Detectoare sonice de interfaţă pentru benzine.** În : Oil Gas J. **70**, nr. 34, 21 aug. 1972.

Spre deosebire de aparatele gravitometrice, detectoarele sonice pot detecta interfaţa dintre două produse avînd aceeaşi densitate. Se pot astfel separa benzine de densităţi egale, însă de calităţi diferite, precum şi gazele petroliere lichefiate de alte produse avînd aceeaşi densitate. Primele studii făcute arătau că viteza sunetului în produsele petroliere variază o dată cu densitatea produsului $d$. Cercetări noi au arătat însă că ea depinde şi de modul de compresibilitate $B$ a produsului după relaţia : $C = (B/d)^{1/3}$. Deci viteza sunetului în produs va fi proporţională cu densitatea numai în cazul în care modulele de elasticitate vor fi aceleaşi.

Abaterea cea mai mare de la relaţia liniară între densitate şi viteza sunetului se constată la benzine ; două benzine de aceeaşi densitate avînd în general viteze de propagare a sunetului mult diferite. Experienţele făcute au arătat că interfeţele între benzine diferite se pot detecta foarte uşor, chiar dacă diferenţele lor de densitate sînt de ordinul a 0,001 g/cm³.

La benzinele diferit colorate în funcţie de calitate, detectarea interfeţei s-ar putea face notînd schimbările de culoare, dar s-a constatat că metoda este mai puţin sensibilă decît cea sonică, putîndu-se evita contaminări importante, întrucît sonic se determină precis sosirea frontului de produs diferit.

Printr-o calibrare adecvată, detectorul sonic poate servi şi ca un gravitometru de precizie, putînd detecta diferenţe absolute de densităţi de 0,005 g/cm³.

S-a găsit că diferenţa de viteză a sunetului între două benzine poate fi de 12 m/s, iar între un ţiţei şi o benzină de 210 m/s, uşor detectabile cu o scară a aparatului de 300 m/s.

Un măsurător de viteze se instalează la sosirea produselor în staţie, el fiind prevăzut cu un dispozitiv de transmitere la distanţă. Timpul de răspuns al aparatului este de ordinul a 0,5 s, iar indicaţiile se pot înregistra pe diagrame-bandă.

Un mare neajuns al detectoarelor sonice era pînă în prezent marea lor susceptibilitate la zgomote de origine electrică. Aceasta se datoreşte amplificatoarelor cu care erau echipate, necesare amplificării unor zgomote de nivel redus şi amplasării acestor aparate în vecinătatea unor staţii de pompe zgomotoase, în care se produceau dese închideri — de releuri şi curenţi tranzitorii în liniile de putere.

S-a pus însă la punct un nou tip de circuit care face ca detectorul sonic să fie complet insensibil interferenţelor electrice.

Sensorul aparatului se introduce de obicei direct în curentul lichid. Atunci cînd se folosesc pe conductă curăţitoare, el se poate amplasa într-un teu lateral, turbulenţa produsă fiind suficientă pentru a face ca sensorul să fie permanent în contact cu un produs proaspăt. Dar sînt în curs de punere la punct sensoare retractabile, imerse în circuit, şi care se retrag în momentul apropierii scraperului.

La detectarea interfeţelor între ţiţeiuri, s-a constatat că sensorul nu este afectat de depuneri de parafină groase pînă la 3 mm. Gama de funcţionare a aparatului este uşor reglabilă între 10 şi 1000 m/s, cu zero-ul putînd fi deplasat de la 500 la 1 500 m/s.

Aceste aparate se pot amplasa în staţii izolate, fără personal, echipîndu-le cu dispozitive telecomandate de schimbare a punctului de funcţionare şi a sensibilităţii. Pentru a preîntîmpina penele de curent, ele sînt alimentate de baterii de acumulatoare. Indicaţiile se pot teletransmite prin canalele audio, corectate pentru deplasările de frecvenţă, care pe liniile telefonice pot atinge 5 Hz.

***Determinarea concentraţiei fracţiunilor de distilare.** În : Pétrole informations, nr. 1 243, 1972.

Recent s-a construit în Franţa un aparat de măsură a concentraţiei lichidelor prin refractometrie. Metoda este foarte simplă, determinarea făcîndu-se cu mare precizie. Este suficient să se depună cîteva picături în aparat şi să se folosească o sursă de lumină oarecare pentru a citi în ocular

valoarea concentrației exprimate în procente de produs diluat în apă. Un sistem de corecție a temperaturii simplifică metoda de măsurare.

Cu acest aparat se poate ușor verifica dacă fracțiunea de distilare este folosită la concentrația optimă cerută.

*** * * Procedeu Shell pentru reducerea emisiunilor de sulf.** In : Pétrole informations nr. 1245, 1972.

Shell a pus la punct un nou procedeu pentru îndepărtarea sulfului rezidual din gazele emise de unitățile de tip Claus, prin care se poate îndepărta sulful în proporție de 100% denumit Shell Claus Off-gas Treating Process.

În desulfurarea produselor petroliere hidrogenul sulfurat este de obicei eliminat și transformat în sulf în unități de tip Claus ; de asemenea, se procedează și cu gazele naturale. Eficacitatea acestor unități, de 94—96% este în general suficientă.

În anumite cazuri însă, debitul acestor unități Claus este atît de mare, încît emisiunile de gaze sulfuroase devine inacceptabil.

Pentru a se remedia aceste cazuri s-a pus la punct noul procedeu.

Încercările efectuate în laboratoarele Shell și apoi în uzină, la Amsterdam au arătat că prin acest procedeu se elimină practic compușii sulfurați.

Folosirea acestui procedeu mărește cu 75% costul investițiilor necesare pentru o unitate Claus de tip obișnuit cu un etaj termic și două etaje catalitice.

Instalația se compune din două părți. În prima parte, sulful conținut în gaze este transformat în hidrogen sulfurat în unitățile Claus prin trecerea printr-un catalizator la o temperatură de 300°C în prezența hidrogenului. Gazele produse sînt apoi răcite și apa condensată.

În a doua parte a instalației, gazele răcite care conțin 2—3,4% $H_2S$ și 5—12% $CO_2$, trec printr-o coloană de absorbție care reține aproape tot hidrogenul sulfurat, care este apoi recuperat de către un rectificator clasic și reciclat în unitatea Claus. Gazele din coloana de absorbție care mai conțin încă urme de hidrogen sulfurat sînt arse într-un arzător Claus obișnuit.

***** Detector portativ al hidrogenului sulfurat.** In : Pétrole information nr. 1244, 1972.

Hidrogenul sulfurat este un gaz foarte toxic, astfel că este necesar să se cunoască conținutul de $H_2S$ în aerul respirabil.

Detectorul portativ al prezenței hidrogenului sulfurat în atmosferă este purtat de personalul expus la acest gaz, controlînd în mod continuu aerul și dînd alarma în cazul cînd pragul de toxicitate de 10 p.p.m. este atins.

Principiul pe care se bazează construcția acestui aparat constă în a evalua în mod continuu și automat, cu ajutorul unui fototransistor sensibil, intensitatea colorației brune produse de $H_2S$ pe o hîrtie de filtru, antrenată printr-un mecanism de ceasornicărie prin fața unui orificiu prin care trec continuu probe de aer din atmosferă prelevate de către o pompă electrică, alimentată de la o mică baterie care se poate încărca, avînd astfel 8—10 ore de autonomie în funcționare.

Variația curentului în detector, provocată prin modificarea reflectivității hîrtiei, este amplificată de către un circuit electronic care pune în mișcare avertisoare luminoase și sonore.

***** Rafinăria „fără surse de poluare" construită la Milano.** În : La rivista dei combustibili, **XXVI**, iul.-aug., 1972, p. 303.

Condițiile impuse de organele locale au condus încă de la faza de proiectare la construirea rafinăriei „Milano Sud", ca o unitate de avangardă în ceea ce privește tehnica luptei împotriva poluării aerului și apei.

S-au construit coșuri de fum foarte înalte (fără precedent în industria de prelucrare a țițeiului), ținîndu-se seama de statistica direcției și vitezei curenților de aer, fenomenele de inversiune termică a regiunilor învecinate.

În condițiile normale de lucru rafinăria consumă 50% combustibil lichid și 50% combustibil gazos, evacuînd în atmosferă (cu toate măsurile luate) circa 20 t/zi de $SO_2$. În situații de inversiune termică a curenților de aer se iau măsuri de înlocuire a combustibilului lichid cu un alt combustibil mai ușor, limitîndu-i-se conținutul de sulf la 0,1% (max. 0,3%), ceea ce diminuează cantitatea de $SO_2$ evacuată în atmosferă la 1/10.

De precizat că rafinăria prelucrează țiței sulfuros, dispunînd de instalații de recuperare a sulfului din $H_2S$ rezultat din diverse procese de hidrogenare. Absorbția în monoetanolamină recuperează 95% din sulful total și numai 5% se evacuează prin coșurile de fum menționate.

Apele uzate sînt în parte reciclate , restul fiind supuse la o serie de tratamente de epurare. Există două decantoare gravimetrice (care separă cea mai mare parte a produselor petroliere), apoi epurarea prin floculare și flotarea cu aer. Se procedează la o epurare biologică, urmată de filtrare prin strat de nisip, după care apa se depozitează într-un bazin de acumulare. Timp de două zile se procedează la o condiționare oxidativă finală, simultan cu un amestec cu ape necontaminate (pluviale).

Reziduurile rezultate din faza de flotare și de epurare biologică (4—6%) sînt incinerate.

***** Un nou procedeu de ardere a gudroanelor acide.** În : Revista dei combustibili, **XXVI** iul.—aug. 1972, p. 307—309.

Firma Wintershall din Kassel (R.F.G.) a realizat un procedeu de ardere a gudroanelor acide, conținînd și substanțe solide. Sistemul de incinerare și pompa omogenizatoare sînt de concepție nouă. Se indică o reducere de 50% a investițiilor și de 55% a cheltuielilor de exploatare față de procedeele cunoscute. Procedeul folosește o singură pompă (eventual cu rezerva ei) și elimină aparatura de reglaj (care în general nu dă rezultate în astfel de cazuri).

Se pot arde pînă la 1 000 kg/oră și dacă procesul de ardere este corect condus se poate tripla durata de exploatare a căptușelii refractare a cuptorului.

Se trage dintr-un rezervor un amestec preîncălzit de particule solide și lichid combustibil, cu ajutorul pompei „Gorator". Amestecul omogenizat este trimis la arzător.

Reglarea raportului de aer-combustibil, recircularea lichidului, desfundarea eventuală a arzătorului sînt asigurate. Arzătorul este prevăzut cu manta de răcire cu aer, care evacuat în cuptor îndeplinește și rolul de modelator al formei flăcării. O eventuală cantitate de aer suplimentară necesară arderii care se aspiră prin orificiile frontale, a căror deschidere este corelată cu combustia însăși.

O astfel de instalație funcționează din 1968 la rafinăria din Salzbergen și pînă în 1972 nu a fost oprită pentru reparații. Rafinăria a adoptat un cuptor rotativ cu o capacitate termică de 2 mil. kcal/oră.

S-au incinerat : gudroane acide, reziduuri petroliere, argilă (pămînt decolorant de la operațiile de contactare) produse de oxidare de la fabricarea bitumului etc.

Sistemul incinerează 0,6—1 t/oră, produse cu viscozitate între 35 și 60 cSt, duza arzătorului de ∅10 mm permițînd arderea unor particule pînă la ∅ 8 mm. În medie durata căptușelii refractare a cuptorului a fost de 15 000 ore.

***** Oxidul de carbon ca parametru de control al arderii.** În : La revista dei combustibili, **XXVI**, iul.—aug., 1972 p. 306—307.

Arderea incompletă a combustibilului și excesul necorespunzător de aer sînt cele două cauze importante ale consumurilor exagerate de combustibil. În plus, la arderea combustibililor sulfuroși excesul de aer transformă $SO_2$ (rezultat din ardere) în $SO_3$, ușurînd formarea acidului sulfuric. Există un echilibru chimic al arderii, necorelat cu cantitatea de particule solide nearse (funingine). Pentru combustibilii lichizi acestea din urmă sînt funcție de gradul de pulverizare, respectiv de parametrii constructivi ai arzătorului.

Întrucît nu este pus la punct un dispozitiv continuu și automat pentru determinarea suspensiilor solide în gazele de

ardere, s-a considerat că numai oxidul de carbon poate da indicaţii asupra arderii incomplete.

Determinarea $CO_2$ şi mai recent a $O_2$ în gazele de ardere (primul pentru ardere, al doilea pentru excesul de aer) sînt considerate actualmente nesatisfăcătoare.

S-a trecut la determinarea CO cu ajutorul analizoarelor de gaz în infraroşu, capabile să sesizeze concentraţii minime de 10 p.p.m. dozarea fiind instantanee şi uşor de înregistrat grafic. Sînt în curs de experimentare studii sistematice a relaţiei $CO/O_2$, astfel ca valoarea CO să poată da o bună orientare asupra concentraţiei de $O_2$.

F. Pelizza, **Aplicaţii ale calorimetriei diferenţiale în problemele industriei de petrol.** În : La rivista dei combustibili, **XXVI,** iul.—aug., 1972, p. 284.

Degradarea oxidativă a uleiurilor minerale este un proces exotermic, căldura pierdută putînd fi măsurată cu ajutorul metodelor calorimetriei diferenţiale.

Se redau curbe exoterme obţinute în timpul procesului de degradare a uleiurilor minerale, avînd concentraţii diferite de aditiv antioxidant. Termodiagrama arată că pentru uleiurile neaditivate procesul începe la 210°C şi se termină la 275°C. Adăugarea de antioxidanţi transferă zona de degradare la temperaturi mult mai ridicate. Se pot corela valorile obţinute cu metoda bombei rotative (ASTM). De subliniat că analiza calorimetrică se poate executa în circa 30 min. faţă de 100—150 min. cît durează testul cu bomba rotativă.

**Un nou material izolator.** În : The Instit. Gas Eng. J., sept. 1972, **12,** nr. 9.

*Un nou material izolator* lansat de firma anglo-americană „Morganite Ceramic Fibres" poartă numele de TRITON KAOWOOL. Poate lucra la 1 260°C şi pentru perioade scurte la temperaturi mai mari. Este insensibil la fluctuaţii de temperatură. Greutatea specifică atinge abia 16% din cea a cărămizilor refractare. Materialul este necombustibil.

Constituit dintr-o fibră ceramică produsă din caolină foarte curată (albumină-silice de China) cu 45,1% $Al_2O_3$ şi 51,9% $SiO_2$. Fibrele au lungimea de 10 cm, dar pot fi fabricate şi fibre de 25 cm. Fibrele lungi permit elaborarea de ţesături fără alte adaosuri. Rămîne flexibilă la temperaturile de lucru şi nu se rupe prin îndoire pînă la 180°C.

Tăria, rezilienţa şi flexibilitatea nu sînt afectate de vibraţii. Materialul este uşor de mînuit, lucrările de izolare putînd fi executate de mînă necalificată. Se poate tăia cu foarfecele sau cuţitul şi datorită greutăţii specifice mici poate fi montat în poziţii dificile. Materialul nu provoacă probleme de îmbolnăvire profesională. Majoritatea substanţelor chimice nu atacă produsul, produsele petroliere, aburul şi apa nu îi modifică forma.

**Reducerea conţinutului de plumb în carburanţii acetici.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX,** nr. 9, 1972.

Secretarul de stat britanic pentru mediul înconjurător a anunţat că conţinutul maxim de plumb acetonizat în benzină va fi redus la jumătate în cursul viitorilor trei ani. Maximul la mijlocul anului 1972 de 0,84 g/l a fost redus la 0,64 g/l la sfîrşitul anului 1972 şi va fi redus la 0,55 g/l la sfîrşitul acestui an şi la 0,45 g/l la sfîrşitul anului 1975.

În Franţa conţinutul de plumb maxim admis în prezent este de 0,64 g/l şi va fi redus la 0,55 g/l la 1 ianuarie 1974 şi la 0,45 la 1 ianuarie 1976. În Republica Federală a Germaniei, nivelul autorizat este de 0,40 g/l şi va fi redus la 0,15 g/l, la 1 ianuarie 1976. În Suedia, procentul maxim de plumb admis în benzină pentru anul trecut de 0,70 g/l a fost redus la 1 ianuarie la 0,40 g/l. În Elveţia, de la 1 ianuarie 1972, procentul maxim este de 0,55 g/l. În S.U.A. procentul maxim în prezent de 0,80 g/l va fi redus la 0,55 g/l la 1 ianuarie 1974, la 0,47 g/l la 1 ianuarie 1975, la 0,41 g/l la 1 ianuarie 1976 şi la 0,34 g/l la 1 ianuarie 1977. În U.R.S.S. aditivii care conţin plumb nu vor mai fi folosiţi deoarece s-a descoperit un aditiv cu mangan.

Comisia Europeană are intenţia de a prezenta Consiliului propuneri oficiale pentru reducerea conţinutului de plumb în benzine la 0,40 g/l pentru toate ţările membre ale CEE. Spre deosebire de cei din Republica Federală a Germaniei, majoritatea experţilor din CEE nu contestă posibilitatea ca o reducere pînă la 0,25 g/l să aibă drept consecinţă creşterea compuşilor aromatici în benzină şi deci mărirea toxicităţii gazelor de eşapare.

În Marea Britanie, investiţiile necesare la reducerea conţinutului de plumb în benzină se ridică la 20—30 mil. lire sterline.

De altfel, într-o scrisoare adresată de către Institutul American de petrol către Comisia de protecţia mediului înconjurător se arată că în prezent cantitatea de plumb din atmosferă nu constituie un risc pentru sănătate.

***Noi propuneri de import de gaz natural lichefiat în S.U.A. din Algeria şi U.R.S.S.** În : Oil Gas J., **70,** nr. 34, 21 aug. 1972, p. 42.

În afară de contractul dintre societatea El Paso cu Sonatrach (Algeria) pentru livrarea a 28 mil. $Nm^3/d$ gaze lichefiate, deja aprobat, o altă societate Easco (filială a lui Public Service Electric and Gas Co. şi Algonkin Gas Transmission Co) discută în prezent cu Sonatrach un alt contract, de o durată de 20 de ani pentru livrarea a 17,5 mil. $Nm^3/d$ gaze lichide pe coasta de est a S.U.A. (la terminalele din Staten Island, statul New York şi acel din Providence din statul Rhode Island). În afară de aceasta guvernul U.R.S.S. duce discuţii cu El Paso pentru livrarea unei mari cantităţi de gaze lichefiate, pe coasta de vest a S.U.A. Aceste gaze, produse în Iakuţia vor fi transportate pe o conductă de 3 200 km pînă în portul siberian Nakhodka, de unde vor fi încărcate pe vase cu destinaţia Japonia şi S.U.A. Costul proiectului se ridică la 5—6 mld.$.

***Exportul de ţiţei din Ecuador va ajunge la 40 000 $m^3/d$** În : Oil Gas J., **70,** nr. 35, 28 aug. 1972, p. 31.

Ecuadorul, prin punerea în funcţiune a conductei Transandine, a început exportul de ţiţei. În curînd, cu o cantitate de 40 000 $m^3/d$ ea va deveni a doua ţară exportatoare din America Latină, după Venezuela. Forajul a început acum 5 ani, la est de Anzi în jungla amazonină în regiunea Oriente. Pe baza rezultatelor obţinute s-a construit peste Anzi, o conductă lungă de 510 km, cu o capacitate de 64 000 $m^3/d$, pînă la terminalul Esmeraldas pe coasta Oceanului Pacific. De aici, încărcarea se face prin geamanduri de amaraj, legate de terminal prin două conducte (36 şi 42 in) care pot deservi vase de 100 000 dwt. Primul transport s-a făcut cu un vas petrolier de 50 000 dwt. Debitul total la încărcare a fost de 20 000 $m^3/d$. La terminalul Esmeraldas s-a luat o serie de măsuri pentru a evita poluarea apelor oceanului (decantoare, staţie de debalastare etc.)

***Alimentarea autovehiculelor cu gaze naturale sau gaze petrolifere lichefiate şi poluarea mediului înconjurător.** În : Oil Gas J., **70,** nr. 34, 21 aug. 1972, p. 74.

În S.U.A., Humble Oil şi Refining Co. au întocmit un raport referitor la poluarea mediului înconjurător prin evacuările de gaze arse ale autovehiculelor. Acest raport arată în concluzie că alimentarea acestora cu gaze naturale sau gaze petroliere lichefiate (propan, butan) nu va produce decît o reducere trecătoare a nivelului noxelor întrucît va creşte poluarea produsă de sursele industriale. Prin suprimarea alimentării autovehiculelor cu benzină, se va reduce nivelul evacuărilor în atmosferă de hidrocarburi şi CO cu maximum 20%. Dar creşterea permanentă a numărului de automobile va readuce în 1976 poluarea la nivelul de azi. De altfel, alimentarea dual ă a vehiculelor nu este aplicabilă decît acelora care parcurg un număr mare de kilometri anual pentru a amortiza costul transformării (800—1 200$ pe unitate). Numărul acestor maşini se ridică la 8,6 milioane faţă de un total de 101,1 milioane. Înlocuirea a 136 000 $m^3/d$ benzină cu alte combustibile va obliga însă uzinele să înlocuiască consumul de gaze prin alte combustibile poluante care vor compensa negativ efectul arderii gazelor la automobile.

** **Măsuri pentru evitarea poluării atmosferice la Los Angeles** California). În : Oil Gas J., **70**, nr. 35, 28 aug. 1972, p. 46.

În orașul Los Angeles există 7 milioane de vehicule automobile, a căror gaze de eșapament aduc o contribuție majoră a poluarea atmosferei și la formarea așa numitului ,,smog'' ceață acidă și toxică). Cererea de a transforma toate aceste vehicule pentru a consuma numai gaze lichide (mai ales propan) sau gaze naturale comprimate nu este însă practic realizabilă, din lipsa locală a cantităților necesare de acest combustibil, cît și a costului transformării.

De aceea, ca o primă etapă, s-a hotărît transformarea pentru consum de combustibili gazoși a 200 000 de camioane. Cantitatea de combustibil gazos necesară acestora se ridică la 2 mil. $Nm^3/d$. Aceste gaze vor fi sustrase alimentării centralelor electrice care vor utiliza în loc combustibil, lichid (cantitate ce se va ridica în 1974 la 2 000 $m^3/d$). Cu mijloacele actuale de transformare a vehiculelor, cele alimentate cu propan pot parcurge 370 km, pe cînd acele alimentate cu gaze comprimate numai 110—160 km.

*** **Se proiectează în URSS construirea unei mari conducte pentru transportul etilenei.** În : Oil Gas J., **70**, nr. 34, 21 aug. 1972, p. 52.

În URSS s-a aprobat anteproiectul creării unui sistem de transport al etilenei în Tataria și Bașkiria, proiect al cărui cost se ridică la 35—40 mil. $. Se va construi o conductă 8 in, lungă de 760 km cu o capacitate de 145 000 t/an pentru a lega cinci centre petrochimice ; conducta va fi gata în anul 1974. Ea va lega centrele de producție a etilenei de la Kazan și Nijnekamsk (Tataria) cu acele de la Ufa, Sterlitamak și Salavat (Bașkiria) cît și uzinele petrochimice din aceste localități, permițînd deplasarea etilenei în ambele sensuri pentru echilibrarea cererilor, cu producția. Lucrarea se va face în cooperare cu firma engleză constructoare John Brown Ltd., cuprinzînd stații de compresoare, instalații de lichefiere și stocare. (valoarea contractului 18,6 mil. $ .) Se vor construi între altele o instalație de recuperare a etilenei la Nijnekamsk (145 000 t/an) și o instalație de lichefiere la Kazan (2 t/h). Presiunea de lucru a conductei va fi de 56 100 at. La Solovăt se va face o stocare subterană într-un masiv de sare, la 600 m adîncime și 100 at, cu o capacitate de 30 000 t. Cele trei stații de comprimare vor însuma o putere de 8 800 CP.

*** **Indepărtarea dificultăților ce împiedicau realizarea conductei de țiței Trans — Alaska (Alyeska).** În : Oil Gas J., **70**, nr. 34, 21 aug. 1972, p. 30.

Conducta Alyeska menită să evacueze țițeiul produs în Prudhoe bay pe coasta arctică a Canadei spre portul Valdez, permanent liber de ghețuri, din Alaska de Sud, a fost proiectată cu un diametru de 48 in și o lungime de 1 270 km dar nu s-a realizat pînă în prezent din lipsa autorizației legale. Neobținerea acestei autorizații se datora problemelor de protejarea mediului arctic (topirea stratului de permafrost) sau piedicii ce ar fi pus la migrația turmelor de elani și reni, singura resursă alimentară a triburilor de indieni și eschimoși. Realizarea conductei ar fi permis exploatarea rezervelor existente care se ridică la 1,5 mld. $m^3$ țiței cu un debit de 320 000 $m^3/d$. Curtea Supremă, avînd în vedere măsurile de protecție prevăzute în final, de constructor, a hotărît autorizarea construcției, urmînd să se aleagă unul din cele două trasee pe care constructorul trebuie să le supună aprobării definitive în termen de patru luni.

Kerșenbaum, Ia. M. ș. a. **Comportarea sapelor, cu conuri V — 112 CK cu fălcile lipite.** În : Burenie, nr. 9 sept. 1972, p. 5.

Aproape 70% din sapele cu conuri utilizate în prezent se extrag de la puț datorită degradării premature a lagărelor. Butonul lagărului este elementul cel mai solicitat al sapei. Rezistența lui depinde de numeroși factori, printre care este și procesul tehnologic de fabricație a sapei. Cercetările au arătat că la ultima operație din procesul de fabricație a sapelor — sudarea fălcilor — căile de rulare tratate termic de pe butonii sapelor de diametru mic se încălzesc pînă la 450°C. Această temperatură contribuie la reducerea cu 6—8 unități HRC a durității stratului cementat și drept urmare la o reducere importantă a rezistenței la uzură a lagărelor.

Pentru a menține duritatea stratului cementat și a mări astfel capacitatea de lucru a sapelor cu diametrul mic, s-au analizat posibilitățile și avantajele tehnologiei de asamblare a fălcilor cu ajutorul cleiului de construcție pe bază de rășină epoxidică T—111. S-a fabricat un lot experimental de sape cu diametrul de 112 mm pentru formațiuni de tărie medie și s-au încercat sub indicativul V—112 CK (litera ,,K'' însemnînd fălci lipite) în paralel cu sapele de serie V—112C cu fălcile sudate. S-a stabilit că sapele V—112 CK au o capacitate mai mare de lucru, asigurînd o avansare medie pe sapă mai mare cu 1,3 ore decît la sapele de serie.

Suhoverhov, E. V. **Traductor de avansare.** În : Mașini i nefteanoe oborudovanie, nr. 8, aug. 1972, p. 10.

Viteza de dislocare a rocilor variază în funcție de instrumentul de foraj folosit

În articol se descrie un traductor universal de avansare prevăzut cu un aparat înregistrator ce prezintă analiza diagramei traductorului și se descrie funcționarea dispozitivului secundar al traductorului de avansare.

Kneazev, I. K. ș.a. **Determinarea regimului rațional de carotaj mecanic cu capete de carotieră cu conuri.** În : Burenie nr. 9, sept. 1972, p. 3.

În cazul carotajului mecanic, la creșterea apăsării axiale crește atît procentajul de recuperare a probei de teren, precum și rezistența la încovoiere a rocii, pînă la atingerea unei valori maxime, după care începe să scadă, curba de variație obținută fiind o parabolă. Cu mărirea vitezei de rotație, rezistența la încovoiere a rocii și procentajului de recuperare se micșorează.

Pentru a explica relațiile respective s-a cercetat zona de răspîndire în fisurile de pe suprafața laterală a probelor de teren a unui lichid cu pătrundere ușoară în rocă. Prin cercetările efectuate s-a constatat că zona de extindere a fisurilor în rocă depinde de regimul de dislocare a rocii în talpă.

Pentru determinarea parametrilor raționali ai regimului de carotaj mecanic, se propune aplicarea relațiilor obținute prin metodele statisticii matematice. În cazul unui cîmp nou se indică tatonarea în cursul a patru —cinci marșuri de carotaj mecanic a diferitelor apăsări axiale cu menținerea constantă a celorlalți parametri.

**În U.R.S.S.** conducta de transport al gazelor naturale prin care vor fi livrate gazele naturale Austriei şi Italiei este în stadiul de încercare a porţiunii care leagă frontiera sovietică cu Jablonica, în apropiere de Bratislava.

**Jugoslavia**, în urma unui acord semnat la Bagdad, va importa 500 000 t ţiţei de la Kirkuk, pe o perioadă de 5 ani. Plata se va efectua parţial în bunuri de consum şi instalaţii iugoslave.

**În R.A.E.**, conform ultimelor statistici publicate de Egyptian General Petroleum Company, producţia de petrol a scăzut cu 20,9% între mijlocul anului 1971 şi cel al anului 1972, faţă de perioada corespunzătoare precedentă, ajungînd la 12,9 mil. t.

**În S.U.A.**, statul Colorado, unele societăţi petroliere speră să întocmească pînă în anul 1974 un studiu privind consecinţele ecologice ale valorificării şisturilor bitumoase din statele Colorado şi Utah, în ceea ce priveşte pînzele de apă subterane. Costul acestui studiu va fi de 750 000 dolari.

**Brazilia** importă în prezent 80% din necesarul de petrol, din care cea mai mare parte din Orientul Mijlociu, 9% din Africa de Nord şi 2% din Nigeria, iar restul din Bolivia şi Venezuela. O dată cu descoperirea unui important zăcămînt în Amazonia, situaţia ar putea fi schimbată, deoarece producţia acestui zăcămînt ar acoperi consumul intern pînă în anul 1980. La sfîrşitul acestui deceniu consumul intern va fi de 200 000 t/zi faţă de 100 000 t/zi în prezent. Producţia de petrol a Braziliei acoperă în prezent o treime din consum şi creşte cu 3% pe an.

**În Mexic** vor fi montate două linii catalitice de cracare şi una de reducere a viscozităţii la rafinăria de la Tula (statul Hidalgo). Costul acestor lucrări este de 660 mil. pesos (52,8 mil. dolari).

**În Republica Federală a Germaniei** se proiectează construirea unui depozit subteran de hidrocarburi la sud de Emden, în masive de sare.

**În S.U.A.** Comisia Federală a Energiei a autorizat efectuarea unui important program de cercetări pentru găsirea gazelor naturale. Acordul prevede cheltuieli de 43,6 mil. dolari în cursul viitorilor cinci ani. Tot această comisie a aprobat un proiect de livrare a gazelor naturale între state.

**Arabia Saudită** ocupă, conform raportului Fondului Monetar Saudian, locul al treilea în rîndurile producătorilor mondiali, după S.U.A. şi U.R.S.S. şi primul loc în rîndul ţărilor din Orientul Mijlociu. În anul 1971 producţia de ţiţei a Arabiei Saudite a fost de circa 300 mil. t (cu 26% mai mult faţă de anul 1970).

**În Austria**, în primul semestru al anului trecut au fost produse 1 211 761 t ţiţei (faţă de 1 334 433 t în perioada corespunzătoare a anului 1971) şi 926 mil. $m^3$ gaze naturale (faţă de 978 mil. $m^3$ în primul semestru al anului 1971).

**În Ungaria** producţia de gaze naturale a zăcămîntului de la Szaged care a atins 2 miliarde $m^3$ în anul trecut, va fi de 2,5 miliarde $m^3$ în acest an şi de 5 miliarde $m^3$ în anul 1985. Producţia acestui zăcămînt acoperă în prezent consumul intern de gaze naturale. Producţia de petrol a acestui zăcămînt este de 1 000 000 t/an.

**În Australia**, Wooside — Burmah a descoperit hidrocarburi în platforma continentală australiană, în largul coastelor de nord-west. În forajul sondei Picard 1 s-a găsit petrol la o adîncime de 3 600 m.

**În Abu Dhabi**, ministrul petrolului şi industriei a declarat că exportul de ţiţei din noul zăcămînt submarin de la Mubarraz va începe în primăvara anului viitor. Cotele iniţiale de export vor fi de 7 000 t/zi şi vor putea creşte pînă la 16 000 t/zi.

Abu—Dhabi National Oil proiectează să participe la proiectul în valoare de de 600—700 mil. dolari pentru exploatarea gazelor naturale lichefiate elaborat împreună cu societăţile japoneze Bridgestone şi Mitsui. Investiţiile vor putea ajunge în acest caz la 1,5 miliarde dolari.

**În Tunisia** a intrat în funcţiune rafinăria de la Aliaga, cu o capacitate de 300 000 t/an, situată la 65 km la nord de Izmir. Această rafinărie — a patra din ţară — care a fost concepută în cea mai mare parte de specialişti din U.R.S.S., cuprinde şi un complex de producerea lubrifianţilor.

Rafinăria are unităţi de distilare, de desulfurare a benzinelor grele, de reformare, de desulfurare a petrolului lampant şi a motorinelor, unităţi de recuperare a gazelor de sondă lichefiat şi a sulfului. În afară de aceasta se va instala o unitate de cracare catalitică fluidă. Încă de pe acum se proiectează extinderea capacităţii acestei rafinării.

**În largul insulei Abu — Musa**, la sud de golful Persic a fost descoperit un zăcămînt care a dat 1 400 t/zi petrol şi 3 100 000 $m^3$ de gaze naturale dintr-un orizont productiv, 300 t/zi şi 640 000 $m^3$/zi dintr-un al doilea orizont productiv şi 140 t/zi şi 400 000 $m^3$ gaze naturale dintr-un al treilea.

Insula Abu Musa este sub dependenţa emiratului Sharajah.

**În Olanda** a fost construit un consorţiu pentru exploatarea şi transportul gazelor naturale descoperite în insula Ameland şi în apele lacului Wadensee, în nordul ţării. Aceste zăcăminte vor produce în anul viitor gaze naturale care vor fi distribuite în provincia Frise. De asemenea, a început exploatarea zăcămîntului de la Bergen cu 3 500 000 $m^3$/zi gaze naturale care vor fi exportate în Republica Federală a Germaniei, spre Dortmund şi Essen.

**În Nigeria** a intrat în producţie zăcămîntul Abiteye, situat la circa 12 km la nord de Escaros cu o producţie de 750 000 t/an.

**În Olanda** se construieşte o staţie de supracomprimare pentru a mări de la 28 la 40 mil. t/an capacitatea de transport a conductei Rotterdam—Anvers.

**În U.R.S.S.** producţia de petrol în primul semestru al anului 1972 a fost de 193 mil. t/an, cu 6% mai mult decît în aceeaşi perioadă a anului 1971.

**La Tobolsk** se construieşte un important complex de rafinărie şi petrochimie, în apropierea zăcămîntului de la Tiumen.

**În Iran** capacitatea rafinăriei de la Teheran va fi mărită de la 160 la 300 t/zi pentru a satisface creşterea consumului în nordul şi centrul ţării. Lucrările vor costa 100 mil. dolari.

**În Afganistan** noi rezerve de gaze naturale estimate la circa 30 miliarde $m^3$ au fost confirmate în regiunea Jardukuk în provincia Shibarghan în nordul ţării. Acest zăcămînt a fost descoperit în anul 1971 şi reprezintă ca importanţă al doilea zăcămînt de gaze naturale din Afganistan.

**În Japonia** se va construi prima conductă importantă de produse petroliere de 250 km lungime, de la rafinăriile din regiunea Tokio, la staţiile terminale de la Utsumomiya şi Maebashi; conducta va intra în funcţiune în anul viitor.

**În Australia**, Delhi International Oil a anunţat descoperirea unui nou zăcămînt de gaze naturale în Australia meridională. Sonda Burke nr. 1 a dat în timpul încercărilor efectuate în permianul supe-

:ior, la o adîncime de 2 160—2 190 m, 280 000 m³/zi printr-o duză de 7/16 iar la o adîncime de 2 390—2 400 m, 250 000 m³/zi.

**În Porto Rico** se proiectează construirea unei rafinării în apropierea portului Guayama care va produce 42 t/zi benzină grea şi 38t/zi motorină. Rafinăria urmează să fie terminată în anul 1975.

**În Japonia** s-a descoperit un al doilea zăcămînt de gaze naturale în largul localităţii Agano, în apropiere de Niagata. Sonda produce 240 000 m³/zi gaze naturale din două orizonturi situate la adîncimi mai mari de 3 000 m, precum şi cantităţi reduse de ţiţei.

**În Chile** s-a descoperit un zăcămînt de gaze naturale în largul regiunii centrale a ţării. Sonda forată a dat un debit de 250 000 m³/zi.

**În Canada** au fost terminate lucrările de construcţie a uzinei de tratare a gazelor naturale, de la Ram River. Capacitatea uzinei este de 15 300 000 m³/zi care dau 9 500 000 m³/zi gaze epurate. Costul lucrărilor este de 70 mil. dolari.

**În Spania** se va construi la San Roque în apropierea rafinăriei de la Algesiras, o unitate care va produce lubrifianţi, cu o capacitate de 150 000 t/an, ce va lucra special pentru export.

**În Irak** se va efectua, cu ajutorul tehnicienilor sovietici, evaluarea rezervelor de petrol şi gaze naturale ale ţării.

**În Iran** s-au terminat lucrările de triplare a capacităţii de producţie a zăcămîntului de la Rag e Safid, de la 2 500 000 t/an la 7 500 000 t/an. Se proiectează, de asemenea, o extindere a capacităţii de producţie a zăcămîntului de la Marun de la 50 la 100 mil. t/an.

**În U.R.S.S.** în anul 1972 producţia de petrol a fost de circa 395 mil. t şi cea de gaze naturale de 230 miliarde m³.

**În S.U.A.** Comisia Federală a Energiei a autorizat importul a 19 mil. m³ gaze naturale lichefiate din Algeria pentru a satisface vîrfurile de consum din timpul iernii.

**În Iran**, se va construi o unitate de tratare a gazelor naturale situate pe zăcămîntul de la Sarakhs, în nordestul ţării. Capacitatea acestei uzine va fi de 600 mil. m³/an. Lucrările vor costa 1 mil. lire sterline.

**În Angola** se va construi o rafinărie cu o capacitate de 1—2 mil. t/an la Luanda. Lucrările vor fi terminate în anul viitor.

**În S.U.A.** capacitatea rafinăriei de la Anacortes (Washington) va fi mărită de la 3 250 000 la 4 000 000 t/an. Lucrările vor fi terminate la sfîrşitul anului. Extensiunea capacităţii acestei rafinării face parte din programul societăţii Texaco care vrea să stabilească procedee pentru obţinerea de benzine fără conţinut de plumb.

**În Olanda** se va construi în cîmpia Meusei, în apropiere de Rotterdam, o unitate de lichefiere a gazelor naturale şi două rezervoare, unul de 57 000 m³ pentru gazele naturale lichefiate şi unul pentru a depozita azot. Lucrările vor fi terminate la sfîrşitul anului viitor.

**În Libia** se va construi o uzină de amestecare şi condiţionare a lubrifianţilor, cu o capacitate de 30 000 t/an, în apropiere de rafinăria care se va construi la Zania, la est de Tripoli.

**În Canada**, un profesor de geologie de la Universitatea din Utah, a declarat că rezervele din Arctica ar putea fi estimate la 90 miliarde t petrol şi 38 800 miliarde m³ gaze naturale, fiind astfel echivalente cu totalul rezervelor cunoscute în restul lumii.

**În Albania** se prevede o mărire a producţiei de petrol pentru export şi a bitumului. Producţia de petrol în anul 1970 a fost de 1 490 000 t şi va creşte cu 85% pînă în anul 1975. Capacitatea de rafinare care în prezent este de 500 000 t/an va creşte la 1 094 000 t/an, acoperind consumul intern.

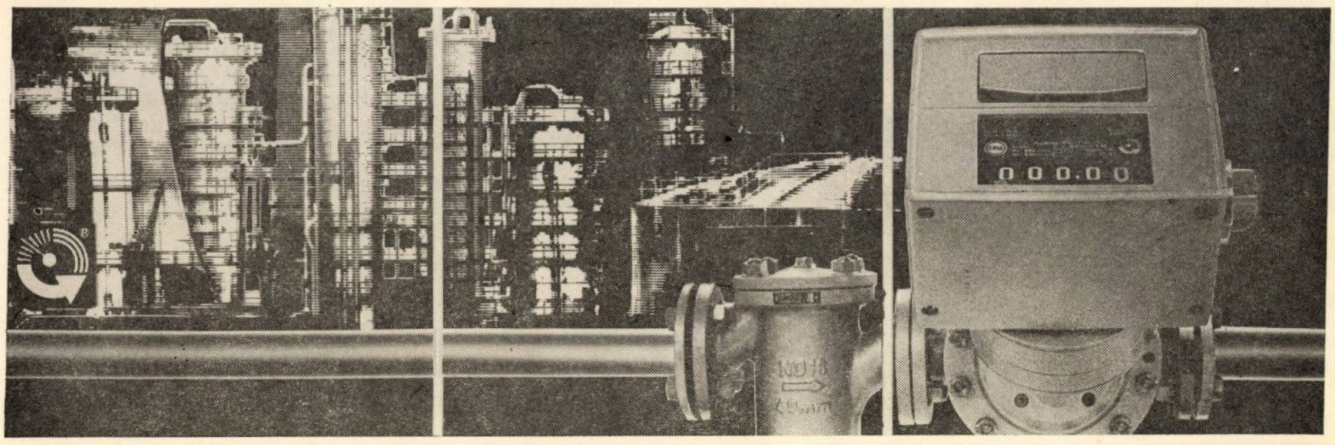
**În U.R.S.S.** a intrat în exploatare zăcămîntul de gaze naturale de la Naip în deşertul Karakum în Asia Centrală. Zăcămintele din Turcmenia ar urma să producă 65 miliarde m³ de gaze naturale, dintre care 15 miliarde m³ ar proveni din acest zăcămînt.

**În Spania** în primul semestru al anului 1972 au fost rafinate 18 102 889 t petrol, faţă de 17 821 735 t în aceeaşi perioadă a anului 1971.

Revista PETROL şi GAZE. Redacţia : Bucureşti, Calea Plevnei, 139, telefon 49. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere, telefon 49, 59. 25. Calea Plevnei 139 cont 640 301-14. Banca Naţională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8. Taxele poştale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.



I. P. I. c. 2085



**2000 l/min**

este unul din numeroasele componente caracteristice contoarelor noastre cu pistoane profilate.

Sistemul nostru de subansambluri ursaflux, cu unităţi funcţionale variabile, oferă posibilitatea montării unei instalaţii complete de măsurare a volumului şi a debitului, sau a completării instalaţiilor deja existente.

Aceste instalaţii care şi-au dovedit eficacitatea în condiţii de funcţionare pot fi folosite pentru rezolvarea tuturor problemelor de dozare volumetrică, de dozare discontinuă ca şi pentru reglajul digital sau analog în dirijarea proceselor.
Pentru industria alimentară oferim instalaţii de măsurat speciale.

Informaţii la:
Ambasada R.D.G. în R.S.R.
Secţia comercială
Biroul tehnico-comercial al
AHB Elektrotechnik
Bucureşti, calea Dorobanţi 14

VEB
Geräte-und Regler-Werke Teltow
Zentraler-Anlagenbau der BMSR-Technik

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK-
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

# ABONAŢI-VĂ

## PENTRU ANUL 1973

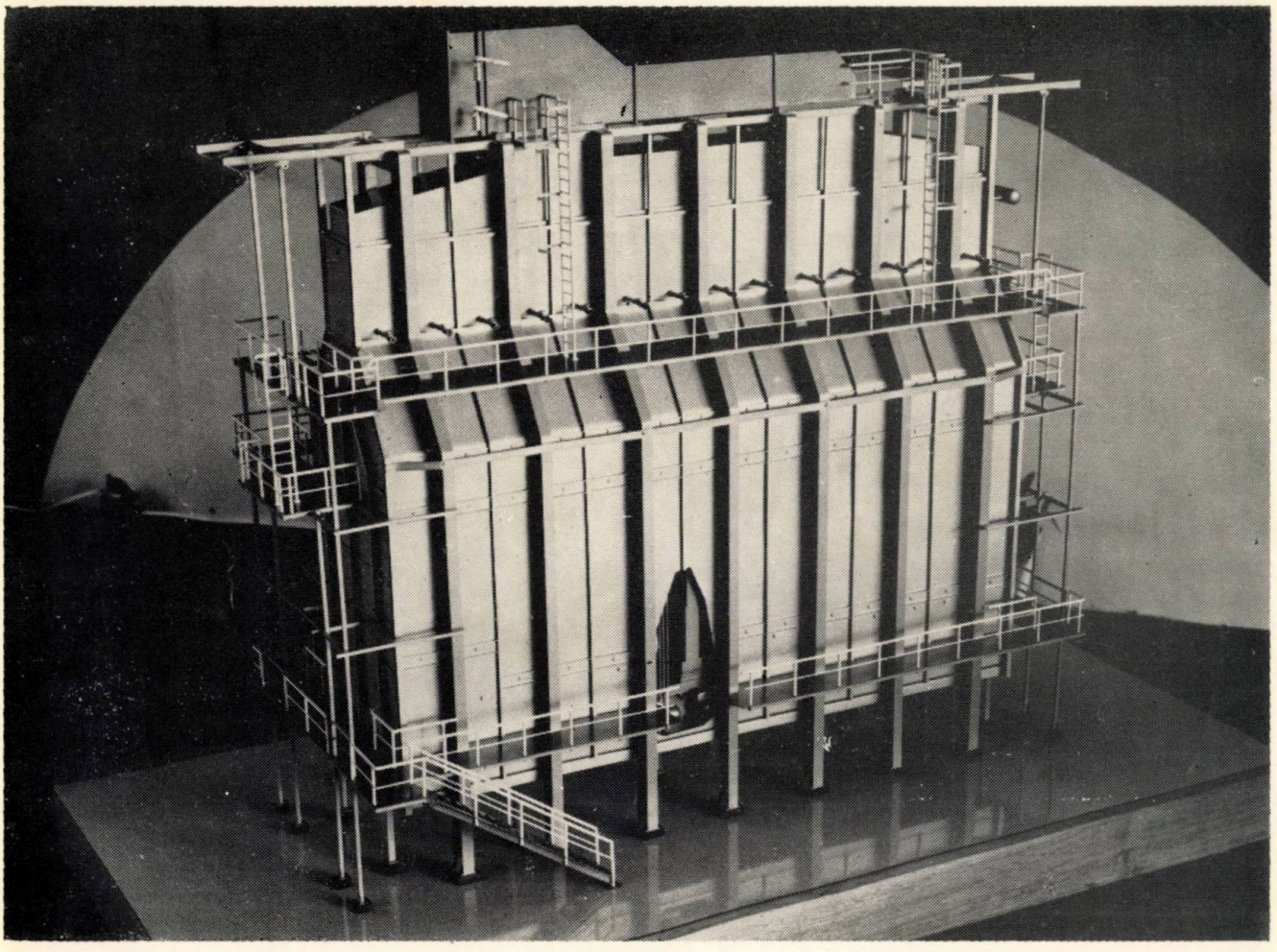
LA REVISTA:

## PETROL ŞI GAZE LEI 160 (apariţie lunară)

Abonamentele se primesc pe adresa: CENTRUL DE DOCUMENTARE AL INDUSTRIEI CHIMICE ŞI PETROLIERE, Bucureşti, Calea Plevnei nr. 139, Sectorul VII, telefon 49.59.25, în contul de virament nr. 640.301.14, Banca Naţională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorului I.

Costul unui abonament anual individual pentru cadrele tehnice, didactice, studenţi etc. lei 30.

# Reformarea catalitică a benzinei



Reformarea catalitică a benzinei este una dintre cele mai importante metode pentru prelucrarea modernă a ţiţeiului. Produsul care rezultă din acest proces este o benzină cu cifra octanică K 5,95. Benzina cu cifră octanică mică de la instalaţiile de distilare şi cracare este adusă la instalaţiile de reformare la o presiune de 6 atm. Aceasta este amestecată cu gaze într-un turbocompresor şi transportată printr-un schimbător într-un cuptor cilindric vertical unde este încălzită. Un amestec cald de gaze şi vapori de benzină este trecut printr-un reactor în interiorul căruia are loc un proces de hidrogenare ajutat de catalizatori (cobalt-molibden). În treapta următoare a procesului tehnologic amestecul este răcit pînă la 40°C. Componenţii separaţi sînt îndepărtaţi cu ajutorul unui separator. Apoi, lichidul trece într-o coloană unde monosulfura de hidrogen şi hidrocarburile mai uşoare sînt separate mai departe de benzină. O dată purificate, gazele sînt dirijate într-o coloană de fracţionare în timp ce monosulfura de hidrogen este separată şi îndepărtată în vederea prelucrării ei mai departe în acid sulfuric. După răcire, amestecul obţinut este supus unei purificări finale într-un reactor de purificare final. După ce întregul proces de producţie s-a terminat se obţine benzina care conţine peste 60% produse aromate, ceea ce asigură calitatea sa superioară. Capacitatea anuală a instalaţiei de reformare catalitică produsă de Královopolská Strojírna Brno se ridică la 600 000 t de benzină cu o cifră octanică de 95.

**PRODUCĂTOR:**
**KRÁLOVOPOLSKÁ STROJÍRNA BRNO — membru al Trustului Chimic CHEPOS şi al Uzinelor de inginerie pentru industria alimentară, Direcţia Generală BRNO.**

Technoexport

CHEPOS

# IMPEXMIN

ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

București - ROMÂNIA
Str C A Rosetti nr. 13
tel 12 62 18
12 62 71 telex 588

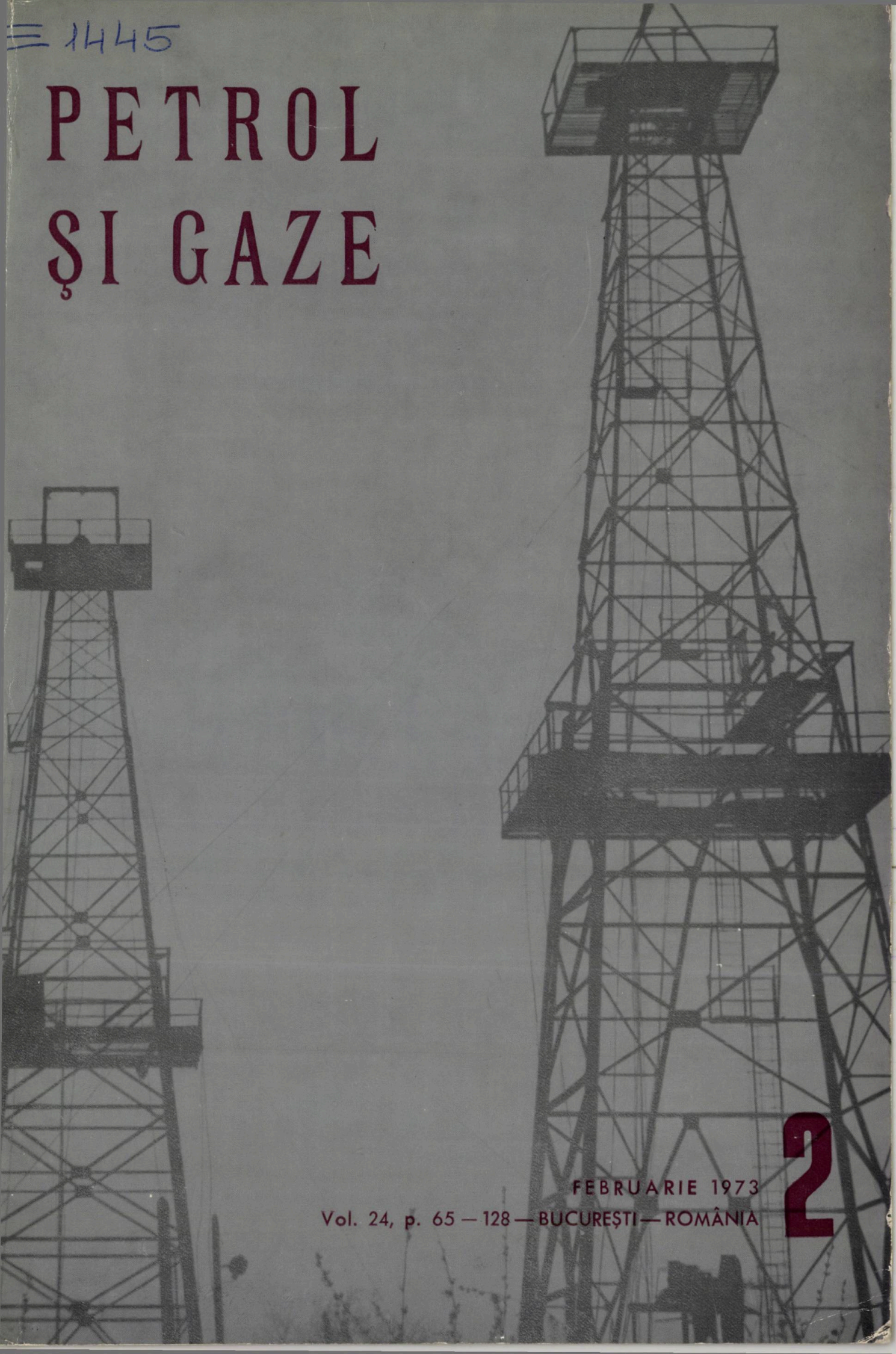
Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

**OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.**

E 1445

# PETROL ŞI GAZE



FEBRUARIE 1973

2

Vol. 24, p. 65 — 128 — BUCUREŞTI — ROMÂNIA

# COMBINATUL CHIMIC CRAIOVA

## produce:

OXIGEN TEHNIC

tip 99 min. 99% vol. oxigen
tip 98 min. 98% vol. oxigen
tip 97 min. 97% vol. oxigen

AZOT COMPRIMAT:

calitatea I — min. 99,8% vol. azot
calitatea II — min. 97,5% vol. azot

AZOTAT DE AMONIU:

îngrășământ agricol granulat, conținut
în azot: min. 34,5%
umiditate max. 1%

AMONIAC TEHNIC:

calitatea I — min. 99,8% amoniac
calitatea II — min. 99,6% amoniac

UREE GRANULATĂ ÎNGRĂȘĂMÎNT:

tip I — min. 46,2% azot

UREE FURAJERĂ:

tip II — min. 46% azot

UREE TEHNICĂ:

tip III — min. 46,2% azot

NITROCALCAR 28% azot

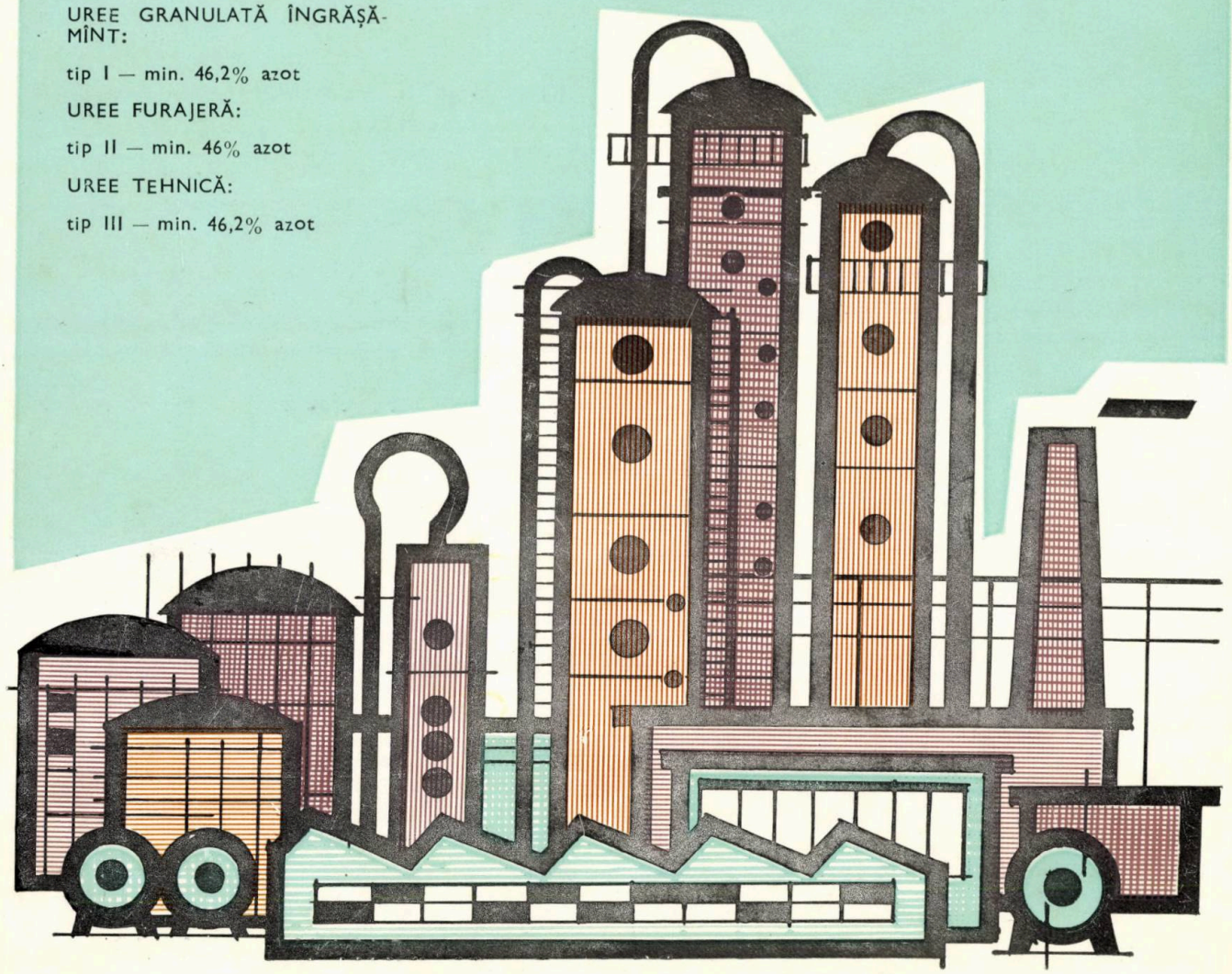
CATALIZATOR pentru sinteza amoniacului pe bază de fier cu adaosuri de promotori: $Al_2O_3$, $K_2O$, $CaO$ și $SiO_2$

CATALIZATOR pentru conversia oxidului de carbon pe bază de fier promotat cu oxid de crom

CATALIZATOR pentru conversia metanului pe bază de nichel pe suport de alumină

CATALIZATOP DE ZINC pe cărbune activ pentru sinteza acetatului de vinil

BUTANOL min 95%
ACID ACETIC 98,5%
POLIACETAT DE VINIL
ACID NICOTINIC ZOOTEHNIC ȘI FARMACEUTIC



CENTRALA INDUSTRIALĂ DE ÎNGRĂȘĂMINTE CHIMICE — BUCUREȘTI

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 2
februarie 1973

## CUPRINS

D. Ştefănescu, C. Caimacan: **Cu privire la argilele bentonitice folosite în foraj** 71–75

M. Constantinescu: **Forajul la echilibru de presiune** 76–83

I. D. Dragoev: **Teoria înaintării sapei. II** 84–87

F. Popescu, I. Ana: **Influenţa electroliţilor asupra temperaturii de ieşire din soluţie a agenţilor activi de suprafaţă (AAS) neionici** 88–90

V. Mirea şi I. Avramescu: **Automatizarea încălzitoarelor de gaze** 91–94

Al. Constantinescu: **Influenţa unor factori fizici asupra coroziunii provocate de apele sărate din schelele petrolifere** 95–99

Şt. Teodorescu: **Algoritmul şi optimizarea calculului de rezistenţă al sistemului de ancoraj pentru aparatura şi recipientele cilindrice montate vertical** 100–114

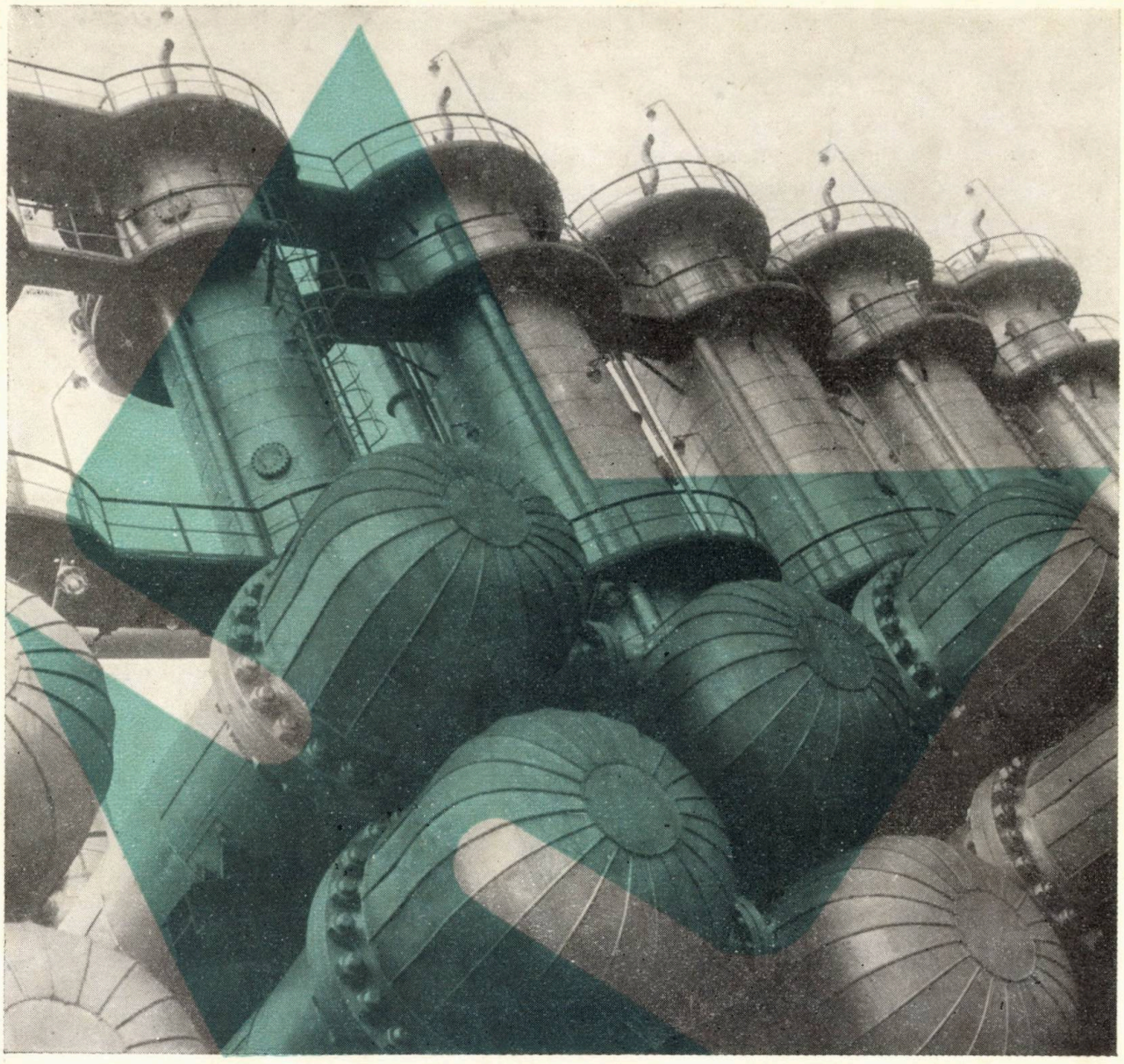
I. Muntean, N. Moşescu: **Utilizarea spectrelor electronice pentru determinarea hidrocarburilor aromatice din benzine** 115–117

V. Ciort, D. Ciocotoiu, I. Zîrnă, Şt. Despa şi D. Grigoriu: **Aspecte tehnico-economice legate de recuperarea căldurii în unele procese catalitice eterogene.** 118–121

Documentare 122–125

Informaţii tehnico-economice 126–127

Recenzii 128




**petrom**

**Întreprindere de Stat**
**pentru Comerțul Exterior**
**Telefon: 156964; 144291**
**Telex: 011374 Camrom for Petrom**
**Telegrame: Petrom—București**

**22, Bd. N. Bălcescu București—România**


ACTUALITATE: Uzine chimice construite pe baza celor mai moderne tehnologii
TRADIȚIE: Peste 100 de ani experiență în prelucrarea țițeiului puse la dispoziția Dv. de

## PETROM Întreprindere de Stat pentru exportul de instalații complete de uzine chimice, petrochimice și rafinării de petrol

## PETROM

oferă la export:

— **uzine chimice și petrochimice, instalații tehnologice complete în domeniul petrochimiei, al chimiei organice și anorganice, îngrășămintelor, medicamentelor, coloranților, maselor plastice, fibrelor și cauciucului sintetic, ș.a;**
— **rafinării complete și instalații de prelucrare a țițeiului;**
— **instalații auxiliare pentru uzine chimice, petrochimice și rafinării de petrol;**
— **licențe, invenții, know-how și asistență tehnică în domeniul industriei chimice, petrochimice și al prelucrării țițeiului.**

**PETROM—oferă o gamă largă de servicii în domeniul industriei chimice, petrochimiei și prelucrării țițeiului.**

**PETROM—cooperează pe baze reciproc avantajoase cu parteneri externi pentru realizarea unor obiective în domeniul său de activitate.**

**Fiind o întreprindere de stat, PETROM are posibilitatea să utilizeze întregul potențial tehnico-științific pe care industria românească îl are în acest domeniu, pentru realizarea sarcinilor sale externe.**

# CONTENTS


D. ŞTEFĂNESCU. C. CAIMACAN

**Concerning the Bentonitic Clays Used in Drilling** 71

M. CONSTANTINESCU

**The Pressure Equilibrium Drilling** 76

I.D. DRAGOEV

**The Bit Advancing Theory. II** 84

F. POPESCU, I. ANA

**The Influence of Electrolytes on the Temperature at which Non-Ionic Surfactants Come out of Solution** 88

V. MIREA, I. AVRAMESCU

**The Automatization of Gas Heaters** 91

AL. CONSTANTINESCU

**The Influence of Some Physical Factors on the Corrosion Produced by Salt Waters in Oilfields** 95

ŞT. TEODORESCU

**The Algorythm and Optimization of the Resistance Calculus of Anchorage System for the Vertically Mounted Apparatus and Cylindrical Recievers** 100

I. MUNTEAN, N. MOŞESCU

**The Use of Electronic Spectra for Determining the Aromatic Hydrocarbons in Petrols** 115

V. CIORT, D. CIOCOTOIU. I. ZÎRNĂ. ŞT. DESPA. D. GRIGORIU

**Some Technical-Economic Aspects Relating to Heat Recovery in Some Heterogenous Catalytical Processes** 118



MŰSZAKI KÖNYVTÁR


D. Ştefănescu, C. Caimacan : **Concerning the Bentonitic Clays Used in Drilling**


The paper presents the working method and the results obtained as concerns the bentonite content of some bentonitic clays and drilling fluids. The method of determining the cationic exchange capacity is based on the adsorption of methylene blue at the surface of the plates of the active element of clays — the montmorillonite.



Petrol şi Gaze, 24, 1973, nr. 2. p. 71
D.C. 622.243.14


M. Constantinescu: **The Pressure Equilibrium Drilling**


The pressure equilibrium drilling is made by keeping the static pressure of the drilling mud at about the same value as the formation fluid pressure. Drilling rates 2—3 times higher than with the usual drilling where the pressure exerted by the drilling fluid substantially exceeds the pressure of the fluids in the formation canthus be obtained.
In view of the fact that manifestations can easier occur, it is necessary to perform an improved control of the drilling fluid and preventing installations.



Petrol şi Gaze, 24, 1973, nr. 2, p. 76
D.C. 622.24


I. D. Dragoev: **The Bit Advancing Theory. II**


On the basis of the drilling equation deduced in the first part, an analytical apparatus is developed which allows to calculate the drilling speed (as magnitude and direction), by knowing the power applied on the bit, the rock forability tensor and the bit penetrability tensor. Reversely, the expression of power can immediately be deduced if the speed is given. Other most useful relations are developed.
The perfect analogy is shown between the rock frillability tensor and the tensor of the unitary stress of the deformed elastic body, which allows to use the mathematical apparatus, the methods and some graphical constructions such as the Mohr's circles, of the elasticity theory for purposes of bit advancing theory.



Petrol şi Gaze, 24. 1973 nr. 2. p. 84
D.C. 622.24.082.4


Al. Constantinescu: **The Infuence of Some Physical Factors on the corrosion Produced by Salt Waters in Oilfields**


The corrosive effect on the equipment used in oilfields is aggravated by the action of temperature and flowing speed. The efect of these factors can be reduced by the use of inhibitors, but especially by applying some technological measures. The reduction of temperatures and erosion effects can be obtained by an adequate designing of the equipment.



Petrol şi Gaze, 24. 1973. nr. 2. p. 95
D.C. 620.193:622.24


V. Ciort, D. Ciocotoiu, I. Zîrnă, Şt. Despa, D. Grigoriu: **Some Tehnical-Economic Aspects Relating to Heat Recovery in Some Heterogenous Catalytical Processes**


The paper shows the way in which the operation cost and the necessary investments are influenced by the heat recovery degree within some heterogenous catalytical processes and the way in which decisions have to be adopted from case to case, as a function of the influence of these costs.
The economic implications of heat recovery are studied by analysing the effect of the temperature at which the effluent comes out from the raw material preheater as an independent variable.



Petrol şi Gaze, 24, 1973 nr. 2. p. 118
D.C. 66.097.13:662.99·003.1

# СОДЕРЖАНИЕ

Д. ШТЕФЭНЕКУ, К. КАИМАКАН

**О бентонитных глинах применяемых при бурении** 71

М. КОНСТАНТИНЕСКУ

**Бурение при равновесии давления** 76

И. Д. ДРАГОЕВ

**Теория проходки долота. II.** 84

Ф. ПОПЕСКУ, И. АНА

**Влияние электролитов на температуру выхода из раствора активных поверхностных (АА) неионных агентов** 88

В. МИРЯ, И. АВРАМЕСКУ

**Автоматизация газовых нагревателей** 91

АЛ. КОНСТАНТИНЕСКУ

**Влияние некоторых физических факторов на коррозию вызванную соленой водой из нефтепромыслов** 95

ШТ. ТЕОДОРЕСКУ

**Алгоритм и оптимизация расчта сопротивления анкерной системы для аппаратуры и цилиндрических резервуаров смонтированных вертикально** 100

И, МУНТЯН, Н. МОЩЕСКУ

**Применение электронных спектров для определения ароматических углеводородов в бензинах** 115

В. ЧИОРТ, Д. ЧИОКОТОЮ, И. ЗЫРНЭ, ШТ. ДЕСПА, Д. ГРИГОРИУ

**Технико-экономические аспекты в связи с востановлением теплоты в некоторых гетерогенных каталитических процессах** 118

Д. Штефэнеску, К. Каймакан: **О бентонитных глинах применяемых при бурении**

В статье приводится метод работы и результаты полученые по содержанию бентонита в определенных бентонитных глинах и в глинистых растворах. Метод определения катионообменной мощности основывается на поглощении метиленовой сини на поверхности плиток активного элемента глин-монтмориллонитов.

Pentrol şi Gaze, **24. 1973, nr. 2, p. 71**

Д.К. 622.243.14

М. Константинеску: **Бурение при равновесии давления**

Бурение при равновесии давления производится сохраняя статическое давление глинистого раствора приблизительно на такой же величине как и давление флюидов из формаций. Таким образом можно получить скорость проходки в 2—3 раза больше чем при обычном бурении, когда давление бурового раствора значительно превышает давление флюидов из формаций. Из за того что могут скорее случится разного рода неполадки, необходимо улучшить контроль над буровой жидкостью и за предохранительными установками.

Petrol şi Gaze, 24, nr. 2, 1973, p. 76

Д,К- 622.24

И. Д. Драгоев: **Теория проходки долота. II**

На основание уравнения бурения, выведенного в первой части работы, развивается аналитический аппарат, позволяющий вычислить скорость проходки бурения (величину и направление), эная силу применяемую на долото, тензор буримости пород и тензор проникновения долота. Можно немедленно вывести и выражение силы, если дана скорость, в обратной проблеме. Развивают и другие очень полезные отношения. Указывается совершенная аналогия между тензором буримости породы и тензором унитарных усилий упругого деформированного корпуса, что позволяет применение математического аппарата, методов и некоторых графических конструкций как напр. круг Моора итд, теории упругости для цели теории по проходке долота.

Petrol şi Gaze, 24, 1973, nr. 2, p. 84

Д.К. 622.24.082.4

Ал. Константинеску: **Влияние некоторых физических факторов на коррозию вызванную соленой водой из нефтепромыслов**

Коррозирующий эффект на оборудование из нефтяных промыслов усиливается действием температуры и скоростью течения. Их эффект можно уменьшить путем применения ингибиторов, но в особенности путем применения ряда технологических мероприятий. Снижения температуры и эффектов эрозии можно добится путем соответствующего проектирования оборудования.

Petrol şi Gaze, **24,** 1973, nr. 2. p. 95

Д.К. 620.193.622.24

В. Чиорт, Д. Чиокотою, И. Зырнэ, Шт. Деспа, Д. Григориу: **Технико-экономические аспекты в связи с восстановлением теплоты в некоторых гетерогенных каталитических процессах.**

В работе указывается способ влияющий на стоимость оперирования и необходимое капиталовложение, степень восстановления теплоты в рамках ряда гетерогенных каталитических процессах и какие решения необходимо принимать от случая к случаю в зависимости от влияния этих стоимостей Экономические результаты восстановления теплоты изучаются анализируя эффект выходящей температуры эффлюента из преднагревателя сырья как независимую величину

Petrol şi Gaze, **24,** 1973, nr. 2. p. 118

Д.К. .66.097.13.662.99.003.1

# INHALT

D. ŞTEFĂNESCU, C. CAIMACAN

**In bezug auf die, im Bohrbetrieb verwendeten bentonithaltigen Tonsorten** 71

M. CONSTANTINESCU

**Bohrung bei Druckgleichgewicht** 76

I.D. DRAGOEV

**Theorie des Meisselvorschubs. II** 84

F. POPESCU, I. ANA

**Einfluss der Elektrolyte auf die Ausgangstemperatur in den Lösungen nichtionischer oberflächenaktiven Stoffe** 88

V. MIREA, I. AVRAMESCU

**Automation der Gaserhitzer** 91

AL. CONSTANTINESCU

**Einflus einiger physikalischen Faktoren auf die Korrosion durch Salzwasser in Erdölfeldern** 95

ŞT. TEODORESCU

**Algorithmus und Optimalgestaltung der Festigkeitsberechnung des Verankerungssystems für senkrecht montierte Geräte und zylindrischer Behälter** 100

I. MUNTEANU, N. MOŞESCU

**Verwendung elektronischer Spektren für den Nachweis aromatischer Kohlenwasserstoffe in Benzinen** 115

V. CIORT, D. CIOCOTOIU, I. ZÎRNĂ
ŞT. DESPA, D. GRIGORIU

**Technisch-wirtschaftliche Aspekte im Zusammenhang mit der Rückgewinnung der Wärme in einigen heterogenen katalytischen Prozessen** 118

D. Ştefănescu, C. Caimacan: **In bezug auf die, im Bohrbetrieb verwendeten bentonithaltigen Tonsorten**

Es werden die Arbeitsverfahren und Untersuchungsergebnisse in bezug auf den Bentonitgehalt in gewissen Bentonittonen und Bohrflüssigkeiten dargelegt. Die Bestimmungsmethode der Kationenaustauschfähigkeit beruht auf der Adsorbtion des Methylenblau an der Oberfläche der Plättchen des aktiven Elements der Tone — Montmorillonit.

Petrol şi Gaze 24. 1973, nr. 2, p. 71
D.K. 622.243.14

M. Constantinescu: **Bohrung bei Druckgleichgewicht**

Die Bohrung bei Druckgleichgewicht erfolgt durch die Beibehaltung des statischen Drucks des Bohrschlamms ungefähr auf dem gleichen Wert des Drucks der Flüssigkeiten in der betreffenden Formation. Auf diese Weise kann eine 2-bis 3 mal grössere Vorschubgeschwindigkeit als bei der gewöhnlichen Bohrung erzielt werden, bei welcher der vom Bohrschlam erzeugte Druck weitgehend den Druck der Flüssigkeiten in der Formation übertrifft.
Da jedoch in diesem Fall leichter Erdölanzeichen auftreten können, ist eine verbesserte Kontrolle der Bohrflüssigkeit und der Preventeranlagen notwendig.

Petrol şi Gaze, 24, 1973, nr. 2, p. 76
D.K. 622.24

I. D. Dragoev: **Theorie des Meisselvorschubs. II**

Aufgrund der, im ersten Teil abgeleiteten Bohrgleichung wird ein analytischer Apparat entwickelt, mit dessen Hilfe die Bohrgeschwindigkeit (als Grösse und Ausrichtung) berechnet werden kann, wenn die dem Meissel aufgedrückte Kraft, der Tensor der Bohrgüte und der Tensor der Durchdringungsfähigkeit des Meissels bekannt sind. In umgekehrtem Problem kann bei gegebener Geschwindigkeit gleichzeitig auch der Ausdruck der Kraft abgeleitet werden. Auch andereäusserst nützliche Relationen werden entwickelt. Es wird auf die absoulte Analogie zwischen dem Tensor der Bohrgüte des Gesteins und dem Tensor der einheitlichen Spannung des verformten elastischen Körpers hingewiesen, die eine Anwendung des mathematischen Apparats, der Methoden und einiger graphischen Darstellungen, wie die Mohr-Kreise u.a. der Elastizitätstheorie für die Erfordernisse der Theorie des Meisselvorschubs ermöglichen.

Petrol şi Gaze 24, 1973, nr, 2, p. 84
D.K. 622.24.082.4

Al. Constantinescu: **Einfluss einiger physikalischen Faktoren auf die Korrosion durch Salzwasser in Erdölfeldern**

Die Korrosionswirkung auf die Ausrüstungen in den Bohrfeldern wird durch die Einwirkung der Temperatur und der Fliessgeschwindigkeit noch mehr erhöht. Diese Wirkung kann durch Verwendung von Hemmstoffen und vor allem durch die Anwendung technologischer Massanhmen verringert werden. Die Senkung der Temperatur und die Verringerung der Korrosionswirkung kann durch eine entsprechende Entwicklung der Ausrüstungen erzielt werden.

Petrol şi Gaze 24, 1973, nr. 2, p 95
D.K 620.193:622.24

V. Ciort, D. Ciocotoiu, I. Zîrnă, Şt. Despa, D. Grigoriu: **Technisch-wirtschaftliche Aspekte im Zusammenhang mit der Rückgewinnung der Wärme in einigen heterogenen katalytischen Prozessen**

Es wird gezeigt inwieweit der Rückgewinnungsgrad der Wärme bei einigen heterogenen katalytischen Prozessen den Kostenpreis und die notwendige Investition beeinflusst und wie, von Fall zu Fall, im Verhältnis zum Einfluss dieser Faktoren, entsprechende Beschlüsse gefasst werden müssen. Die wirtschaftliche Folge der Wärmerückgewinnung wird durch eine Analyse der Wirkung der Ausgangstemperatur des Ablaufs des Rohstoffvorerhitzers, als unabhängig Veränderliche untersucht:

Petrol şi Gaze, 24, 1973, nr. 2, p 118
D.K. 66.097.13:662.99.003.1

# SOMMAIRE

D. STEFĂNESCU, C. CAIMACAN

**Au sujet des argiles bentonitiques utilisées dans le forage** 71

M. CONSTANTINESCU

**Le forage à l'équilibre de pression** 76

I.D. DRAGOEV

**Théorie de l'avancement du trépan.II.** 84

F. POPESCU. I. ANA

**L'influence des électrolytes sur la température de sortie de solution des agents actifs de surface non-ioniques** 88

V. MIREA, I. AVRAMESCU

**L'automatisation des chauffe-gaz** 91

AL. CONSTANTINESCU

**L'influence de certains facteurs physiques sur la corrosion provoquée par les eaux salées des chantiers pétroliers** 95

ŞT. TEODORESCU

**L'algorythme et l'optimisation du calcul de résistance du système d'ancrage pour l'appareillage et les récipients cylindriques montés verticalement** 100

I. MUNTEAN, N. MOŞESCU

**L'utilisation des apectres électroniques pour la détermination des hydrocarbures aromatiques des essences** 115

V. CIORT, D. CIOCOTOIU,
I. ZÎRNĂ, ŞT. DESPA, D. GRIGORIU

**Aspects techniques et économiques de la récupération de la chaleur dans certains processus estalytiques hétérogènes** 118

D. Stefănescu, C. Caimacan: **Au sujet des argiles bentonitiques utilisées dans le forage**

L'article présente la méthode de travail et les résultats obtenus en ce qui concerne la teneur en bentonite de certaines argiles bentonitiques et fluides de forage. La méthode de détermination de la capacité d'échange cationique est fondée sur l'adsorption du bleu de méthylène à la surface des plaquettes de l'élément actif des argiles, le montmorillonite.

Petrol şi Gaze, 24, 1973. nr. 2 p. 71
C.P. 622.24

M. Constantinescu: **Le forage à équilibre de pression**

Le forage à l'équilibre de pression s'effectue en maintenant la pression statique de la boue de forage à à peu près la même valeur que la pression des fluides de la formation. On peut obtenir ainsi des vitesses d'avancement 2—3 fois plus grandes que par le forage usuel, où la pression exercée par le fluide de forage dépasse de façon substantielle la pression des fluides de la formation.
En raison du fait qu'il peut se produire plus facilement des manifestations, il est nécessaire d'effectuer un contrôle amélioré du fluide de forage et des installations de prévention.

Petrol şi Gaze, 24, 1973, nr. 2, p. 76
C.D. 622.253.14

I. D. Dragoev: **Théorie de l'avancement du trépan. II**

Sur la base de l'équation du forage déduite dans la première partie, on développe un appareil analytique permettant de calculer la vitesse de forage (comme grandeur et direction) en connaissant la force appliquée sur le trépan, le tenseur de forabilité de la roche et le tenseur de pénétrabilité du trépan. Inversement, on peut déduire immédiatement l'expression de la force si la vitesse est connue. D'autres relations très utiles sont également établies.
On indique l'analogie parfaite entre le tenseur de forabilité de la roche et le tenseur des efforts unitaires du corps élastique déformé, ce qui permet d'utiliser l'appareil mathématique, les méthodes et certaines constructions graphiques, telles que les cercles de Mohr etc., de la théorie de l'élasticité aux fins de la théorie de l'avancement du trépan.

Petrol şi Gaze, 24, 1973. nr. 2. p. 84
C.D. 622.24.082.4

Al. Constantinescu: **L'influence de certains facteurs physiques sur la corrosion provoquée par les eaux salées des chantiers pétroliers**

L'effet corrosif sur les outillages des chantiers pétroliers est aggravé par l'action de la température et de la vitesse d'écoulement. L'effet de celles-ci peut être réduit par l'utilisation des inhibiteurs, mais surtout par l'application de mesures technologiques. La diminution des températures et des effets de l'érosion peut être obtenue par l'établissement adéquat des projets des outillages.

Petrol şi Gaze, 24, 1973 nr. 2. p 95
C.D. 620.193:622.624

V. Ciort, D. Ciocotoiu, I. Zîrnă, Şt. Despa, D. Grigoriu: **Aspects techniques et économiques de la récupération de la chaleur dans certains proces sus catalytiques hétérogènes**

On explique comment le degré de récupération de la chaleur est influencé par les frais d'opération et les investissements nécessaires, dans le cadre de certains processus catalytiques hétérogènes, et comment les décision doivent être prises pour chaque cas, en fonction de l'influence de ces frais.
Les implications économiques de la récupération de la chaleur sont étudiées en analysant l'effet de la température de sortie de l'effluent du réchauffeur de matière première comme variable indépendente.

Petrol şi Gaze, 24, 1973. nr. 2 p. 118
C.D. 66.097.13:662.99.003.1

# CU PRIVIRE LA ARGILELE BENTONITICE FOLOSITE ÎN FORAJ

D. Ștefănescu și Claudia Caimacan

Pentru realizarea dispersiilor coloidale de tipul suspensiilor stabile cunoscute sub denumirea de fluide de foraj, factorul de bază îl constituie, în majoritatea cazurilor, argilele bentonitice naturale sau transgelul obținut prin activarea bentonitelor naturale calcice cu $Na_2CO_3$.

Rolul argilelor bentonitice în fluidele de foraj este extrem de important atît pentru tratamentul chimic necesar a fi aplicat în scopul realizării caracteristicilor reo-coloidale ale dispersiilor, cît și pentru reducerea consumului de aditivi ce se introduc ca adaosuri.

În final, întregul sistem dispers influențează în mod direct atît în procesul de foraj, prin vitezele mecanice rezultate, cît și asupra condițiilor de deschidere a orizonturilor productive și de asigurare a stabilității pereților găurii de sondă.

Întrucît constituentul mineralogic principal al argilelor bentonitice îl formează montmorillonitul, acesta conferă dispersiei principalele caracteristici reo-coloidale și, în consecință, întregul mecanism coloidal se desfășoară în jurul acestei structuri.

Față de cele menționate, se impune necesitatea folosirii și respectiv, a alegerii unor argile bentonitice cu un conținut cît mai ridicat de montmorillonit.

Testările care se fac în prezent pe argilele bentonitice se bazează pe analiza caracteristicilor reo-coloidale ale dispersiilor privind viscozitatea, gelația, filtrarea etc. Acestea dau indicații indirecte asupra conținutului de montmorillonit, dar nu pot constitui criterii de selecționare a argilelor bentonitice. De asemenea, analizele spectrale de tipul celor röntgenografice, goniometrice, de relaxare magnetică nucleară, termodiferențiale și altele, care stau la baza cercetării structurii mineralogice, sînt laborioase, greu de realizat, în special în lucrările de rutină.

Față de cele menționate, metoda de apreciere a conținutului de montmorillonit din argile, prin adsorbția albastrului de metilen, se consideră comodă, ușor de realizat, dînd rezultate satisfăcătoare necesităților practice [1,2].

Introducerea procedeului recomandat oferă posibilitatea alegerii unui suport coloidal adecvat formării unor suspensii coloidale corespunzătoare fluidelor de foraj și urmăririi în timpul forajului a conținutului optim de montmorillonit.

În cele ce urmează este prezentată metoda de determinare a capacității de schimb cationic a argilelor, în vederea aprecierii conținutului de montmorillonit — principiul metodei și modul de lucru cu exemple de calcul —, precum și rezultatele unor analize efectuate în laborator pe diferite tipuri de bentonite din țară.

## Determinarea capacității de schimb cationic a argilelor bentonitice prin adsorbția albastrului de metil

Pentru cunoașterea principiului care stă la baza metodei ce urmează a fi prezentată, se consideră util a fi redate cîteva elemente teoretice cu privire la structura montmorillonitului, reprezentantul principal al grupei bentonitelor.

Formula chimică structurală a montmorillonitului se acceptă că provine prin înlocuirea unui atom de aluminiu cu un atom cu valență inferioară, de cele mai multe ori calciu sau magneziu [1].

Macromolecula de pirofilit, echilibrată din punct de vedere electric, se dezechilibrează în momentul înlocuirii $Al^{3+}$ cu $Ca^{2+}$ sau $Mg^{2+}$. În acest mod apare un deficit de sarcini pozitive, un plus de sarcini negative și posibilitatea cuplării unui alt cation, deci, cation care va ocupa o poziție planară la suprafața macromoleculei sau a micelei de montmorillonit. Această legătură nou creată este mai puțin stabilă, așa încît, într-un mediu apos, macromolecula de montmorillonit apare disociată electric, iar cationul planar devine un cation schimbabil.

La introducerea anumitor substanțe într-o suspensie apoasă de montmorillonit, va exista posibilitatea înlocuirii cationului schimbabil cu un alt cation sau radical organic cu reactivitate mai mare. În acest mod, ar putea fi pus în evidență numărul de poziții accesibile cuplării, poziții care oferă informații calitative și cantitative asupra conținutului de montmorillonit.

În ceea ce privește tehnica de determinare a montmorillonitului din argilele bentonitice, metoda se bazează pe adsorbția albastrului de metilen la pozițiile libere ale acestuia și determinarea excesului de colorant liber din soluție.

În figura 1 este prezentat intuitiv mecanismul probabil al determinării.

Punctul final al titrării este reproductibil, iar controlul lui sau al excesului de colorant eventual, se face colorimetric [2].

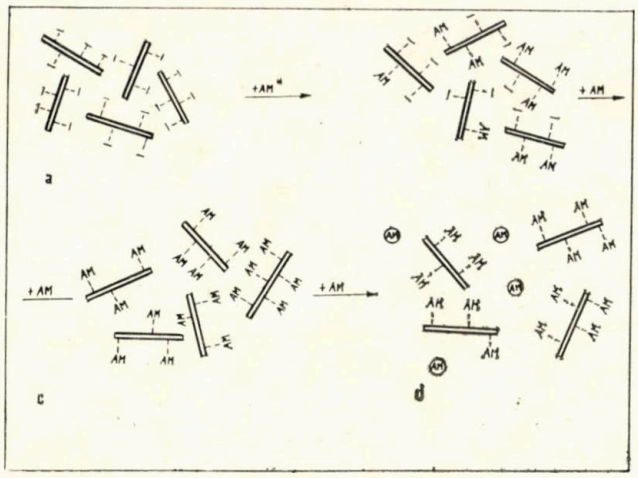



Fig. 1. Mecanismul probabil al titrării bentonitei cu albastru de metilen (AM)

*a*) înainte de începerea titrării (particulele de montmorillonit au sarcina planară, electric negativă liberă *b*) titrare incompletă *c*) sfîrşitul titrării : *d*) titrare depăşită (albastru de metilen se găseşte în exces)

Determinarea colorimetrică a sfîrşitului titrării în prezenta metodă constă într-o testare prin picături pe o hîrtie de filtru, şi anume : după adăugarea fiecărei porţiuni de colorant se picură pe o hîrtie de filtru de porozitate medie, cu ajutorul unei baghete de sticlă, cîte o picătură din probă : pe hîrtie va apărea o pată circulară colorată albastru (de intensitate variabilă, în funcţie de cantitatea de colorant adsorbit), constituită dintr-o aglomerare de particule argiloase, din care va radia un inel incolor de umezeală. În momentul atingerii punctului final al titrării, de la pata de solide aglomerate, colorate intens, va radia o aureolă cu o nuanţă uşor albastră. Titrarea se consideră terminată în momentul în care aureola, uşor colorată, persistă două minute. Continuarea titrării intensifică culoarea petei umede, aşa cum se poate observa din figura 2.

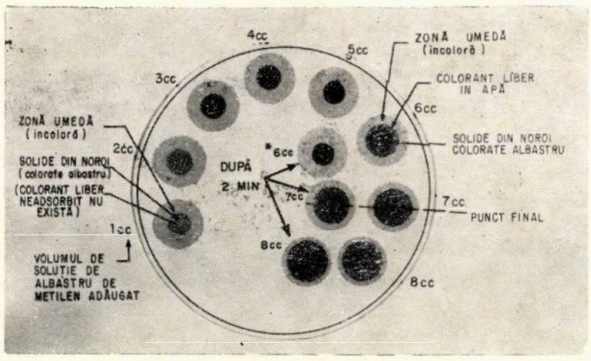



Fig. 2. Determinarea punctului final al titrării unei dispersii de argilă bentonitică cu albastru de metilen, pentru determinarea capacităţii de schimb cationic [2].

Pentru eliminarea influenţei aditivilor existenţi în fluidul analizat, care ar putea adsorbi, la rîndul lor, o cantitate de colorant, fiind în acest mod o sursă permanentă de erori, metoda prevede un tratament cu apă oxigenată şi o fierbere acidă cu $H_2SO_4$.

Necesitatea unui control riguros al fluidului de foraj impune introducerea unei metode simple şi rapide de apreciere a calităţii suportului coloidal, respectiv a argilei bentonitice care stă la baza întregului ansamblu structural.

Determinările actuale care se fac nu oferă informaţiile necesare asupra raportului dintre părţile active (bentonita) şi cele inerte din punct de vedere coloidal (barită, argilă etc.). Metoda prezintă în plus avantajul că poate da informaţii asupra celui mai indicat mod de fluidizare a fluidului de foraj (prin diluare sau tratament chimic), dacă acesta are sau nu un conţinut adecvat de material argilos activ sau inert, cunoscut fiind că săparea cu un fluid cu un conţinut prea ridicat de material argilos bentonitic chiar, poate influenţa negativ procesul de foraj. Cunoscînd conţinutul în bentonită al fluidului de foraj, se poate recomanda tratamentul chimic cel mai indicat, evitîndu-se în acest mod consumul inutil de aditivi, prin reducerea excesului de argilă sau îmbunătăţirea, dacă se consideră necesar, a suportului coloidal.

Faţă de metodele aplicate în prezent la studierea fluidelor de foraj, metoda adsorbţiei cu albastru de metilen oferă informaţii bune necesităţilor de şantier.

## Modul de lucru

Înainte de prezentarea modului de lucru, se consideră util a se specifica materialele şi aparatura necesare realizării acestei determinări. Acestea sînt : o seringă a 2 $cm^3$, o biuretă a 25 $cm^3$, un erlenmayer a 200 $cm^3$, o sursă de căldură, hîrtie de filtru de porozitate medie, un cilindru gradat de 25 $cm^3$, o baghetă de sticlă şi materiale auxiliare, cum ar fi : agitator, pîlnie de sticlă, pisetă cu apă distilată, sticle cu reactivi (albastru de metilen, $H_2SO_4$ 5N şi $H_2O_2$ 3%).

Reactivii necesari pentru titrare sînt :

— soluţia de albastru de metilen (clorură de tetrametil-diaminodifeniltiaziniu) în concentraţie de 4,5 g/l, preparată într-un balon cotat de 1 000 $cm^3$. Pentru realizarea soluţiei se aduc cantitativ 4,5 g albastru de metilen, cristalizat şi uscat în prealabil la pond constant, în circa 800 $cm^3$ apă caldă. După dizolvarea cristalelor şi răcirea soluţiei, se completează cu apă la semn. Soluţia se păstrează în sticle cu dop rodat ;

— acidul sulfuric 5 N se prepară prin turnarea sub agitare continuă a 14 $cm^3$ $H_2SO_4$

concentrat în circa 50 cm³ apă şi apoi diluarea acestuia la un volum de 100 cm³. Soluţia se păstrează în sticle picurătoare;

— apa oxigenată de 3% se poate procura direct din farmacii la concentraţia menţionată, sau se prepară prin diluarea a 30 cm³ de perhidrol la un volum total de 300 cm³. Se păstrează, de preferinţă, în sticle de material plastic.

Pentru determinări mai puţin pretenţioase poate fi utilizată şi apa de canal, dar se consideră mai indicată apa distilată.

Desfăşurarea lucrărilor are loc în următoarele etape succesive:

— se măsoară cu precizie 2 cm³ de suspensie de analizat (fluid de foraj sau suspensie simplă de argilă) într-un erlenmayer curat a 200 cm³, cu ajutorul unei seringi medicale obişnuite de 2 cm³;

— se adaugă 15 cm³ apă oxigenată 3% şi aproximativ 0,5 cm³ $H_2SO_4$ diluat (5 N). Se agită bine şi se fierbe uşor 4 min; dacă este necesar, se adaugă apă pentru evitarea uscării;

— se diluează la aproximativ 50 cm³ cu apă şi se agită bine;

— se adaugă porţiuni a cîte 1 cm³ albastru de metilen (4,5‰). După adăugarea fiecărei porţiuni, se agită şi se face proba prin picături cu ajutorul unei baghete. Se continuă titrarea pînă la apariţia nuanţei colorate, care radiază de la pata de solide;

— în momentul în care în jurul petei albastre de solide apare inelul colorat, se agită proba timp de 2 min, fără a mai adăuga altă porţiune de colorant, apoi se încearcă din nou o picătură pe hîrtia de filtru. Dacă aureola colorată persistă, titrarea se consideră terminată; dacă aureola colorată dispare după 2 min, se continuă adăugarea de albastru de metilen pînă ce aceasta persistă timp de 2 min. Acesta este punctul final al titrării. Pentru siguranţă, se mai adaugă o porţiune de colorant; culoarea aureolei se va intensifica în cazul în care acesta este în exces.

Pentru o precizie mai mare, spre sfîrşitul titrării se adaugă porţiuni a cîte 0,5 cm³ albastru de metilen.

Rezultatele obţinute pot fi redate sub diferite forme, care reflectă calitatea fluidului sau a argilei din suspensia analizată. În acest sens, se poate determina:

— conţinutul de bentonită din fluidul de foraj exprimat în procente volumetrice;

— indicele sau capacitatea de schimb cationic, exprimată în g colorant/g argilă.

În primul caz, formula care permite calcularea procentului de bentonită este:

bentonita = 0,33 × n (% volumetrice)

în care:

n este numărul de cm³ de soluţie de albastru de metilen utilizaţi la titrare;

0,33 — factorul de calcul

În cele ce urmează se dă un exemplu de calcul.

Pentru titrarea unui fluid de foraj cu greutatea specifică de 1,72 kgf/dm³, s-au consumat 7 cm³ soluţie de albastru de metilen. Conţinutul de bentonită va fi de 0,33 × 7 = 2,2% vol. Acest procent, pentru tipul de fluid analizat, reprezintă un conţinut foarte mic.

În cel de-al doilea caz, pentru determinarea capacităţii de schimb cationic a argilei utilizate la pregătirea fluidului menţionat, prin determinarea conţinutului de solide şi lichide, au fost obţinute valorile redate în tabela 1.

TABELA 1

**Analiza fluidului de foraj**

| Exprimare volumetrică sau gravimetrică / Compoziţia fluidului de foraj | cm³ | g | Observaţii |
|---|---|---|---|
| Apă | 62,0 | 62,0 | Adsorbţia de colorant se raportează la argila din fluidul de foraj |
| Motorină | 6,0 | 5,1 | |
| Argilă | 15,4 | 38,5 | |
| Barită | 16,6 | 36,4 | |

Stabilirea capacităţii de schimb cationic se va face aplicînd regula de trei simple:

100 cm³ fluid de foraj conţin 38,5 g argilă;

2 cm³ fluid de foraj conţin 0,77 g argilă.

Pentru titrarea celor 0,77 g argilă, au fost consumaţi 7 cm³ soluţie de albastru de metilen de concentraţie 4,5‰. Cantitatea de albastru de metilen (substanţă uscată) care a fost adsorbită de cele 0,77 g argilă este, deci, de 0,0045 × 7 = 0,0315 g. În acest caz, capacitatea de schimb cationic va fi de 0,0315/0,77 = = 0,0409 g colorant/g argilă.

În tabela 2 sînt date rezultatele analizelor executate pe cinci tipuri de fluide provenite de la cîteva sonde în foraj.

TABELA 2

**Analiza conţinutului de bentonită din fluidele de foraj provenite de la sonde**

| Sonda | Greutate specifică a fluidului de foraj, kgf/dm³ | Capac. de schimb cationic a argilei, g col./g arg. | Conţinutul de argilă în fluid, % volum/% gravimetrice | Conţinutul de bentonită în fluid, % volum/% gravimetrice | Conţinutul de bentonită în argilă, % |
|---|---|---|---|---|---|
| 3526 | 1,77 | 1294 | 4,53 / 11,33 | 2,15 / 5,37 | 47,5 |
| 3524 | 1,71 | 0,0924 | 12,56 / 32,15 | 4,12 / 10,3 | 32,0 |
| 3012 | 1,17 | 0,0700 | 9,8 / 24,5 | 2,56 / 6,4 | 26,1 |
| 3221 | 1,72 | 0,0416 | 15,4 / 38,5 | 2,39 / 5,97 | 15,5 |
| 3420 | 1,29 | 0,0599 | 16,5 / 41,2 | 3,63 / 9,07 | 22,0 |

O analiză succintă a vitezelor de foraj medii, realizate la două din aceste sonde, arată că la sonda 3 526, unde s-a forat cu o argilă cu un conținut de 47,5% bentonită, viteza mecanică a fost de 3,1 m/h față de 2,5 m/h la sonda 3 524, unde s-a folosit o argilă cu un conținut de 32% bentonită.

Cînd se urmărește stabilirea calității unei bentonite, pentru determinarea capacității de adsorbție a acesteia, se impune cunoașterea și eliminarea din calcul a impurităților mecanice, respectiv a nisipului și a umidității.

Pentru analiză, se prepară din proba respectivă o suspensie determinată, iar calculul va decurge după cum urmează;

— proba analizată are un conținut de nisip de 8,64% și umiditatea de 2,4 %;

— pentru determinarea capacității de schimb au fost cîntărite, cu precizie de $\pm 1 \times 10^{-2}$ g, 50 g bentonită, care apoi a fost dispersată în 450 cm³ apă;

— luînd în considerare conținutul de nisip și umiditatea probei, rezultă că în cei 2 cm³ suspensie luați în analiză vor exista:

$$\frac{450 \text{ cm}^3 \text{ apă} + 20 \text{ cm}^3 \text{ bentonită}^* \text{----} 44{,}48 \text{ g argilă}}{2 \text{ cm}^3 \text{ suspensie} \text{ -------- } x}$$

$$X = \frac{2 \times 44{,}48}{470} = 0{,}1893 \text{ g argilă}$$

La titrarea celor 0,1893 g argilă, au fost utilizați 8,5 cm³ soluție de albastru de metilen, ceea ce reprezintă $0{,}0045 \times 8{,}5 = 0{,}03825$ g (substanță uscată).

În acest caz:

$$\text{CSC}^{**} = \frac{0{,}03825}{0{,}1893} = 0{,}2020 \text{ g colorant/g argilă}$$

* Pentru bentonită se acceptă o greutate specifică de 2,5 kgf/dm³. Eroarea care afectează capacitatea de schimb este neglijabilă.

** Capacitatea de schimb cationic.

TABELA 3

**Capacitatea de schimb cationic a unor bentonite utilizate în țară**

| Sortul și unitatea producătoare | | Capacitatea de schimb cationic, g col/ g arg. | Conținut de nisip, % | Randament, m³/t | Filtrare, cm³ | pH | Utilizare |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trasgel — produs realizat de IRMFA Ploiești din argilă bentonitică de la Gurasada | | 0,2008 | 9,6 | 7,8 | 16 | 9,5 | Fluide de foraj |
| Bentonită de Orașul Nou prelucrată la combinatul „1 Mai" Satu Mare | neactivată | 0,1405 | 12,2 | 8,5 | 14 | 7,5 | Pentru amestecuri de formare în turnătorie și pentru limpezirea vinurilor |
| | activată | 0,1849 | 3,0 | 7,9 | 18 | 9,6 | |
| | coloidală | 0,1967 | 2,4 | 9,2 | 12 | 9,8 | |
| Bentonită de Tufări prelucrată la Combinatul chimico-metalurgic Baia Mare | brută | 0,1431 | 15,0 | 3,0 | <100 | 5,5 | Pentru rafinării |
| | bamarir | 0,0828 | 9,0 | 2,78 | <100 | 3,5 | |
| | sondafin | 0,0923 | 6,8 | 3,0 | <100 | 2,0 | |
| Bentonită de Valea Chioarului prelucrată la Centrala minelor de fier și nemetalifere Cluj | micronizată | 0,1971 | 6,4 | 6,9 | 11,0 | 7,0 | Pentru turnătorii |
| | sub produse | 0,1679 | 7,9 | 6,5 | 12,0 | 7,0 | |
| Bentonită de Răzoare prelucrată la Centrala minelor de fier și nemetalifere Cluj | micronizată | 0,1003 | 0,8 | 2,7 | 48 | 5,0 | Pentru fabricarea cimenturilor albe și colorate și la fabricile de celuloză și hîrtie |
| Bentonită de Gurasada prelucrată la IIL Deva | neactivată | 0,2089 | 6,0 | 4,2 | 24,0 | 5,5 | Pentru fluide de foraj și amestecuri de formare |
| | activată | 0,2089 | — | 9,9 | 10,5 | 8,6 | |
| Bentonită de Ciugud prelucrată la IIL pentru materiale de construcții Sîntimbrubrută galbenă | | 0,2125 | 20,0 | 3,5 | 11,0 | 9,2 | Pentru fluide de foraj și amestecuri de formare în turnătorie |
| Argilă bentonitică de Breaza livrată de IRMFA Ploiești — brută | | 0,1135 | 3,0 | 3,6 | 10,5 | 7,5 | Pentru fluide de foraj |

Randamentul este definit ca fiind volumul, în m³, de suspensie cu viscozitatea de 15cP, care se poate realiza dintr-o tonă de bentonită.

Şi în cadrul acestei metode, rezultatele determinărilor pot fi afectate de prezenţa altor componenţi mineralogici în afară de montmorillonit (attapulgit, illit, caolinit etc.), motiv pentru care rezultatele sînt date în procente de bentonită, nu de montmorillonit. Cea mai mare adsorbţie de albastru de metilen, în afară de montmorillonit, o prezintă attapulgitul; faţă de raportul scăzut în care acesta se află în argilele bentonitice, comparativ cu montmorillonitul, şi faţă de capacitatea lui de adsorbţie mult mai mică, se consideră că erorile se încadrează în limite admise. Acesta este motivul probabil pentru care capacitatea de schimb cationic (respectiv coeficientul de adsorbţie) nu poate fi riguros corelată cu conţinutul de montmorillonit.

## Rezultate de laborator

În urma analizelor efectuate privind capacitatea de schimb cationic prin absorbţia albastrului de metilen pe argilele bentonitice care se exploatează astăzi în ţară, atît pentru elaborarea fluidelor de foraj, cît şi în alte scopuri industriale, s-au obţinut rezultatele redate în tabela 3. Acestea au fost completate şi cu alte caracteristici fizico-chimice care interesează pe cei care se ocupă cu prepararea şi utilizarea fluidelor de foraj.

## Concluzii şi recomandări

Dat fiind că reuşita forajului depinde în mare măsură de calitatea şi de proprietăţile fluidului de foraj, se impune controlul riguros al acestuia.

Constituentul de bază al unui fluid de foraj fiind bentonita — şi mai exact — montmorillonitul —, apare necesitatea punerii lui în evidenţă, calitativ şi cantitativ.

Metoda prezentată în lucrare poate fi utilizată cu succes atît în analiza fluidelor de foraj în vederea stabilirii tratamentului optim, cît şi în caracterizarea din punct de vedere coloidal a argilelor bentonitice.

### BIBLIOGRAFIE


1. Rogers, W. F. Compoziţia şi proprietăţile fluidelor de foraj. Ed tehnică, Bucureşti, 1969
2. Jones Frank, O. Jr. New fast accurate test measure bentonite în drilling mud. O.G.J., iun. nr. 22, 1964, p. 76

# FORAJUL LA ECHILIBRU DE PRESIUNE

**M. Constantinescu**

În condiţiile obişnuite de foraj presiunea exercitată de fluidul de foraj asupra pereţilor găurii este mai mare decît presiunea fluidelor aflate în formaţiuni, pentru a se putea controla sonda şi împiedica debitarea formaţiunilor în gaură, evitînd astfel eventualele manifestări ale puţului.

De fapt, în formaţiunile cu presiuni normale ce au un gradient de presiune de 0,107 kgf/cm²/m de adîncime ar fi suficient un noroi cu greutatea specifică de 1,07 kgf/dm³ plus o marjă de siguranţă care ar putea fi de 0,03—0,04 kgf/dm³, deci în total cel mult un noroi cu o greutate specifică de 1,1 kgf/dm³. În realitate de cele mai multe ori noroiul are o greutate specifică mai mare.

În formaţiunile cu presiune anormală, greutatea specifică a noroiului utilizat este în funcţie de mărimea anormalităţii presiunii.

Mărirea greutăţii specifice a noroiului peste aceea a apei este datorată în cea mai mare parte solidelor aflate în suspensie.

Solidele în stare coloidală, dacă nu sînt în exces, concură la realizarea unui noroi cu caracteristici bune pentru foraj. Solidele cu dimensiuni mai mari sînt cele care determină propriuzis greutatea specifică a noroiului. În afara materialului de îngreunare — obişnuit baritul — celelalte solide provenite din dislocarea rocilor în procesul de foraj ar trebui eliminate.

O cantitate excesivă de solide produce, pe lîngă mărirea greutăţii specifice, şi o mărire a viscozităţii noroiului. Din această cauză are loc o creştere a presiunii de pompare şi, implicit, a consumului de piese de pompă, o accelerare a uzurii părţilor sistemelor de rotaţie şi circulaţie, precum şi sporirea consumului de combustibil. Dar diferenţa dintre presiunea hidrostatică a noroiului din gaură şi presiunea fluidelor din formaţiune are şi alte efecte negative de intensitate mare.

### 1.1. Efectul diferenţialului de presiune asupra vitezei de pătrundere în rocă

Atît experienţele de laborator, cît şi practica de şantier au arătat că, cu cît se măreşte diferenţa de presiune dintre gaură şi formaţiune, viteza de foraj scade.

După cum se vede din figurile 1 şi 2 acest efect este foarte drastic. Între limitele 0 şi 14% solide, timpul de foraj creşte de trei ori. Aceasta este o bună indicaţie asupra costurilor directe de foraj.

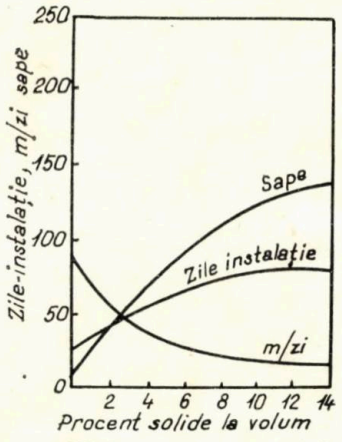



Fig. 1. Influenţa solidelor asupra parametrilor de foraj.

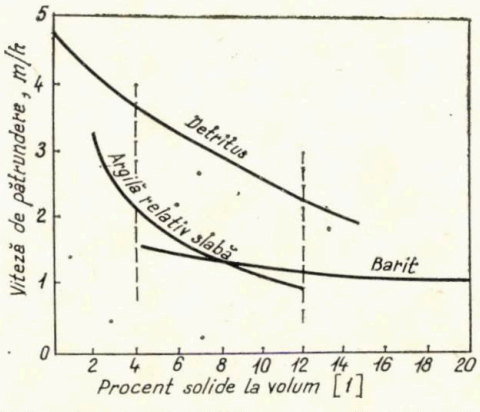



Fig. 2. Influenţa naturei solidelor asupra vitezei de pătrundere în teren.

Invers, dacă cele 14% solide ar fi eliminate, viteza de foraj ar creşte cu 400% — o medie de 29% pentru fiecare procent de solide eliminat.

Unele solide din noroi au un efect mai accentuat decît altele. Din figura 2 se observă că efectul negativ cel mai marcat îl are detritusul provenit din rocile forate.

Noroaiele de referinţă şi condiţiile de foraj reprezentate prin cele trei curbe diferă considerabil şi de aceea se pot compara numai pantele relative ale acestor curbe.

Concentrația în solide, comună celor trei curbe, este de 4—12% în volum. În acest interval sînt evidente efectele asupra vitezei de foraj redate în tabela 1.

TABELA 1

| Material | Scăderea vitezei de pătrundere în rocă, media procentuală procente solide |
|---|---|
| Barit | 2,6 |
| Detritus | 4,8 |
| Argilă relativ slabă | 6,7 |

În comparație cu baritul, un volum egal de solide provenite din dislocarea rocilor (detritus) produce o scădere a vitezei de aproape două ori mai mare [1]. Din figura 1 se mai poate observa că efectul asupra vitezei de foraj este mai accentuat la diferență mică între presiunea noroiului și presiunea fluidelor din formațiune și că o dată cu creșterea diferenței efectul relativ se micșorează. Este deci important să existe noroaie cu greutate specifică cît mai apropiată de a apei.

Scăderea vitezei de foraj din cauza diferențialului de presiune este determinată de două fenomene importante :

1.1.1. *Creșterea rezistenței rocii.* Se admite că, în linii mari, rezistența la forare a rocii în condiții de fund ar fi :

$$\sigma = \sigma_0 + K(P_n - P_c) \qquad (1)$$

în care :

$\sigma$ este rezistența la forare în condiții de diferențial de presiune ;
$\sigma_0$ — rezistența la forare în condiții de suprafață ;
$P_n$ — presiunea pe talpă datorită noroiului ;
$P_c$ — presiunea în rocă în zona de dislocare ;
$K$ — coeficient.

În experiențele făcute pe șantier, $K$ a variat după tipul de sapă, fiind $K = 5$ pentru sape cu lame, $K = 5{,}5$ pentru sapa cu role și $K = 6{,}9$ pentru sapa cu diamante. Această formulă ar explica de ce un nisip neconsolidat, care în condiții de suprafață nu opune, practic, nici o rezistență la forare, în condiții de adîncime se sapă ca o gresie dură.

1.1.2. *Multe roci* care în condiții de suprafață sau supuse la un diferențial mic de presiune se comportă de o manieră casantă și se sparg sub acțiunea sarcinilor concentrate exercitate asupra lor de dinții rolelor, în cazul unei diferențe mari între presiunea hidrostatică din gaură și presiunea din formațiune se dislocă de o manieră plastică, încetinind ritmul de foraj și complicînd problema curățirii tălpii [8].

1.1.3. *Reținerea detritusului pe talpă*

Fragmentele provenite din dislocarea rocii sînt apăsate pe talpă de o presiune egală cu diferența dintre presiunile pe cele două fețe ale lor și nu pot fi deplasate ușor de dinții sapei. Din această cauză, în loc să fie îndepărtate de circuitul de noroi, fragmentele rămîn pe talpă, unde sînt sfărîmate în continuare de dinții următori. În acest mod, în loc ca dinții sapei cu role să lucreze pe o suprafață de rocă proaspătă, frămîntă materialul dislocuit și astfel eficiența operației de dislocare scade.

După cum este de așteptat, acest fenomen este cu atît mai accentuat cu cît diferențialul de presiune este mai important.

1.1.4. *În afară de cele trei fenomene arătate mai sus* mai intervin și alte cauze de încetinire a forajului, care și ele sînt accentuate de creșterea diferențialului de presiune, cum sînt : manșonarea sapei, manșonarea tălpii etc.

### 1.2. Efecte, dificultăți și accidente produse de excesul de presiune din puț

1.2.1. *Cînd se sapă cu un noroi prea greu,* care produce un exces de presiune mare față de presiunea fluidelor din formațiuni, apar o serie de efecte nedorite sau se accentuează influența altor fenomene supărătoare, din cauza volumului mărit de filtrat ce intră în roci.

Pentru condiții statistice de filtrare formula general utilizată este [2, 3] :

$$Q_f = C\sqrt{\frac{RPt}{\eta}} \qquad (2)$$

în care :

$Q_f$ este cantitatea de fluid filtrat ;
$P$ — presiunea ce acționează asupra fluidului, în cazul de față $P = P_n - P_f$ ;
$P_n$ — presiunea noroiului de foraj ;
$P_f$ — presiunea fluidului din formațiune ;
$t$ — timpul ;
$\eta$ — viscozitatea ;
$Q_s$ — volumul solidelor din turta de filtrare.
$R$ — $\frac{Q_f}{Q_s}$ = constantă ;
$C$ — constantă.

Conform formulei deci, cantitatea de apă ce filtrează din noroi în formațiune este proporțională cu rădăcina pătrată a presiunii și a timpului.

În timp, prin formarea turtei, debitul de filtrat scade, dar cum în timpul forajului, din cauza rotației garniturii de prăjini și frecării ei de pereți, cea mai mare parte a turtei este erodată pe măsura ce se formează, debitul de filtrat se menține destul de ridicat în tot acest timp. În perioadele în care garnitura nu se rotește sau nu se află la puț debitul scade treptat.

De asemenea cantitatea de fluid ce intră în formaţiune este funcţie şi de permeabilitatea formaţiunii respective.

1.2.2. *Turta depusă prin filtrarea fazei lichide din noroi*, în special din noroaiele încărcate cu solide, poate deveni foarte groasă, în timpul cînd prăjinile nu se rotesc, în special în dreptul formaţiunilor cu permeabilitate ridicată, cum sînt nisipurile şi unele gresii.

Turta de solide este una dintre cauzele prinderii la puţ a garniturii de foraj, aşa-numita prindere prin diferenţial de presiune (fig. 3).

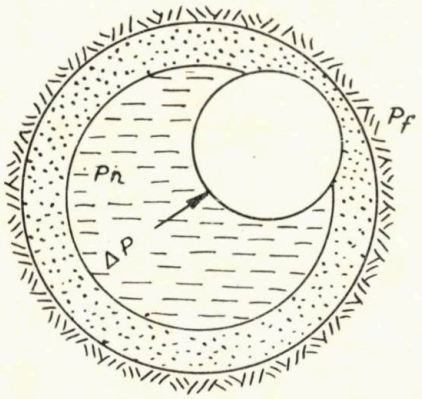



Fig. 3. Prinderea prăjinilor din cauza diferenţialului de presiune.
$P_n$ = Presiunea produsă de noroiul de foraj
$P_f$ = Presiunea de formaţiune
$P$ = Diferenţialul de presiune

Căderea de presiune de la presiunea hidrostatică a noroiului de foraj $P_n$ la presiunea fluidelor din formaţiune $P_f$ are loc în grosimea turtei de noroi. Atît timp cît nu se află în contact cu peretele, prăjinile de foraj sînt supuse presiunii hidrostatice a noroiului $P_n$ pe toată suprafaţa exterioară şi forţele se echilibrează. Dacă însă, la un moment dat, prăjinile iau contact cu peretele găurii şi intră cît de puţin în turta de filtrare, se produce un dezechilibru, căci în turtă presiunea este mai mică decît $P_n$. Apare un diferenţial de presiune $\Delta P$ ce produce o forţă care are ca rezultat împingerea prăjinilor mai adînc în turta de noroi. Forţa de frecare ce se produce între garnitură şi perete devine atît de mare, încît garintura nu mai poate fi mişcată.

Cu cît diferenţa dintre presiunea hidrostatică a noroiului, la nivelul respectiv, şi presiunea fluidelor din formaţiune este mai mare, cu atît tendinţa de prindere se manifestă mai uşor şi este mai accentuată.

Cum grosimea turtei şi rugozitatea cresc pe măsură ce noroiul se încarcă cu solide, deci pe măsură ce greutatea specifică se măreşte, astfel de noroaie devin periculoase.

1.2.3. *Apa dulce filtrată din noroi* are o influenţă nedorită asupra rocilor din jurul găurii de sondă.

— În formaţiunile foarte permeabile, cum sînt nisipurile şi unele gresii, apa filtrată poate ajunge departe, însă foarte rar aceste nisipuri sau gresii sînt curate. De cele mai multe ori ele conţin un procentaj mai mare sau mai mic de argile. Aceste argile sînt în echilibru cu apa sărată aflată în porii rocii.

Dacă această apă sărată este deplasată de apa dulce din noroi, echilibrul se distruge şi argila, dacă este de natură bentonitică (montmorilonit), se umflă sau, dacă este din categoria argilelor ce nu se umflă (kaolinit, ilit etc.), se poate sfărîma sau muia. Şi într-un caz şi în altul rezultatul este înfundarea porilor.

În cazul formaţiunilor petrolifere această blocare poate fi atît de puternică, încît să împiedice ca formaţiunea să debiteze la punerea sondei în producţie.

— Asupra formaţiunilor argiloase, hidratarea produsă de filtrare are efecte care pot duce la dificultăţi de foraj sau chiar la imposibilitatea continuării forajului [4, 5, 6].

După depunerea formaţiunilor, sub apăsarea crescîndă a sedimentelor acumulate deasupra, marnele se compactizează prin eliminare de apă. În acelaşi timp au loc şi efecte de diageneză (alterarea mineralelor argiloase, cimentare secundară etc.) [5]. Din această cauză marnele expuse în gaura de sondă sînt subhidratate şi avide de apă. Efectul pe care îl are apa diferă după natura argilei conţinute în marnă.

Dacă marnele sînt bentonitice (montmorilonitice) apa va fi adsorbită prin osmoză şi din cauza măririi de volum roca se va deforma plastic, tinzînd să umple gaura.

În formaţiunile mai adînci, unde montmorilonita a fost parţial transformată în ilită sau în alte argile tari, hidratarea montmorilonitei şi creşterea de volum rezultată face ca roca să se spargă şi fragmentele să cadă în gaură [5, 6].

Chiar dacă marnele sînt ilitice sau cloritice şi nu conţin montmorilonită ele se alterează ca rezultat al adsorbţiei de apă [4].

Adsorbţia apei de către marnele confinate generează eforturi interne de ordinul a 400—500 kgf/cm² [4], care duc la o exfoliere sau rupere a marnelor, fisurări verticale şi scăderi a rezistenţei la compresiune.

## 2. Forajul la echilibru de presiune

Din cele arătate anterior cît şi din toate experienţele de laborator şi încercările din şantiere reiese clar că este de dorit ca presiunea hidrostatică a coloanei de noroi că fie cît mai apropiată de presiunea fluidelor din formaţiune. Cînd această diferenţă scade sub 500 psi = 35 kgf/cm², creşterea vitezei de avansare devine evidentă. De la acest nivel de diferenţă de presiune în jos se pot obţine viteze de avansare de 3—4 ori mai mari. Aplicarea acestei

metode la forajul efectiv a avut ca rezultat cel puțin dublarea vitezelor și înjumătățirea numărului de sape necesare.

Astfel, în Canada, într-o formațiune cu presiuni normale, unde cu practicile de foraj convenționale cantitatea de solide provenite din foraj și dispersate în noroi ajungea la 12%, noroiul la o greutate specifică 1,176 kgf/dm³, iar suprapresiunea exprimată în greutate specifică de noroi — de 0,156 kgf/dm³, au fost necesare 42 de zile și 37 de sape pentru a se săpa o sondă la 2 500 m.

Utilizînd un noroi cu solide puține, aproximativ 2,5% nedispersate, avînd o greutate apropiată de a apei, timpul de foraj pînă la 2 320 m pentru sonde similare a fost redus la 21 de zile și au fost necesare numai 13 sape. Costul noroiului a fost redus cu aproximativ o treime.

Forajul la echilibru de presiune a dat rezultat bun și în formațiunea Wilcox de pe Gulf Coast în S.U.A.

În figura 4 se face comparația între o serie de sonde săpate în regiunile Fort Bond și

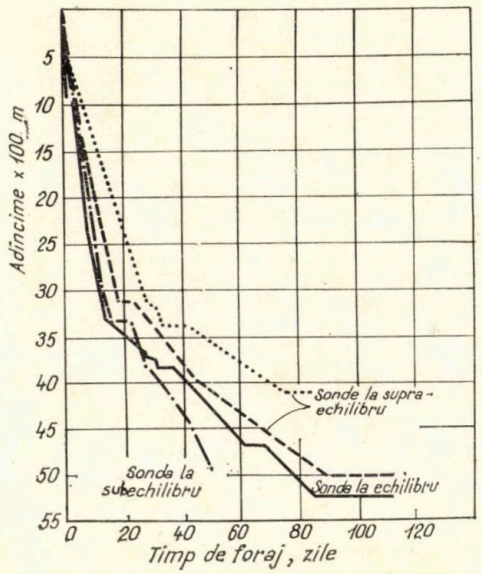



Fig. 4. Comparația unor sonde în Texas-sud 8.

Montgomery din sudul statului Texas, S.U.A. În această regiune reducerea cea mai drastică a fost obținută la forarea unei sonde în condiții de slab subechilibru. Dar și celelalte două sonde săpate la echilibru arată cîștiguri substanțiale.

Rezultatul unui program de forare la echilibru, utilizînd un noroi cu solide puține, s-a văzut și în districtul Chambers, Texas, S.U.A. Utilizînd aceste practici precum și un ansamblu de fund supradimensionat, o sondă a fost săpată la 2 686 m în 9 zile, consumînd șase sape, cu o viteză de avansare medie de 28,59 m/h

O sondă alăturată, la care nu s-au folosit aceste practici, fusese săpată în 12 zile, cu 13 sape și o viteză de 13,26 m/h.

În altă regiune — Smackover — din districtul Rains, Texas, S.U.A., o sondă a fost săpată la 5 654 m cu 36 de sape, în 58 de zile, cu o viteză de avansare de 4,3 m/h, utilizînd un ansamblu de fund supradimensionat și condiția de echilibru a coloanei de noroi. O sondă alăturată a necesitat 50 de sape și a fost nevoie de 90 de zile pentru a fi săpată cu o medie de 3,3 m/h. În general în această regiune a fost redus cu 30% timpul de foraj și în aceeași proporție sau mai mult numărul de sape [8].

Și în România s-a forat uneori la echilibru de presiune. Astfel, forînd în Cretacic, la o greutate specifică de 1,35 kgf/dm³, formațiunea debita, dar la 1,37 kg/dm³ noroiul se pierdea la puț. Menținînd greutatea noroiului între aceste limite și ținînd seama de căderea de presiune din spațiul inelar în timpul circulației (reducînd în acest timp greutatea specifică a noroiului), s-a obținut la peste 4 000 m adîncime, în calcare dure, o viteză de avansare de 1,67 m/h, deși apăsarea pe sapă era foarte mică, 2—3 t atît din cauza diametrului mic al sapei cu role (5 5/8 in = 143 mm), cît și a regimului restrictiv, impus de necunoașterea totală a comportării formațiunilor, pericolului, mereu prezent, de pierdere bruscă și masivă de noroi. Înainte de extragerea sapei se îngreuia puțin noroiul, iar pe parcursul extragerii se întrerupea din cînd în cînd operația și se observa comportarea puțului, acționîndu-se în consecință asupra greutății specifice a noroiului [2].

Pentru aplicarea forajului la echilibru de presiune este necesar să fie cunoscute anumite date, să se ia o serie de măsuri, personalul să fie bine calificat și instruit, iar urmărirea pe parcurs a sondei să se facă cu mare atenție.

În primul rînd trebuie cunoscute presiunile de formațiune. În regiunile ce au fost explorate, aceasta se poate cunoaște pe baza sondelor săpate anterior. La sondele de explorare sau în regiuni imperfect cunoscute se poate detecta trecerea de la presiuni normale la presiuni anormale prin mai multe metode [10]: urmărirea conductibilității marnelor, a vitezei undelor sonice în formațiune (sau invers, a timpului de parcurgere a unei anumite distanțe), a densității marnelor etc.

Trebuie remarcat faptul că cu aceste metode nu se determină direct presiunea, ci porozitatea anormală la o adîncime dată, care uzual este în legătură cu presiunea.

Obișnuit, la sondele de exploatare se începe forajul cu apă, dacă este posibil, sau cu noroi ușor, dacă comportarea formațiunilor nu permite forajul cu apă și pe măsura necesității se lasă ca noroiul să devină mai greu.

Coloana de suprafață trebuie introdusă la o adîncime mai mare (300—350 m), din cauza probabilității mai ridicate de manifestări.

În prezent, manifestările sondelor nu mai prezintă, în general, probleme dificile, dacă se montează la sondă echipamentul de siguranță potrivit și tratarea noroiului se face adecvat, iar controlul manifestărilor și omorîrea sondei se fac după metodele puse recent la punct [11].

Cînd se sapă în condiții de imediată apropiere de echilibru este probabil ca problemele să apară în timpul marșurilor sau a punerii bucății de avansare cînd pompele sînt oprite.

În timpul circulației, căderea de presiune din spațiul inelar are același efect ca și o mărire a densității noroiului, un fenomen denumit densitate de circulație echivalentă. Cînd se sapă numai cu un slab supraechilibru, reducerea densității efective care are rol cînd circulația este oprită poate aduce sistemul într-o situație subechilibrată.

O cale de a evita manifestațiile în timpul marșurilor, fără a recurge la două sisteme de noroi, este de a se plasa în gaură, înainte de a se începe extragerea sapei, un dop de noroi îngreunat cu barit măcinat mai grosier. La prima circulație după marș, această barită, care trebuie să fie reținută pe sita de 80 mesh (1 881 ochiuri/cm$^2$), este eliminată la sita dublă și se reia forajul echilibrat.

Alt pericol este ca să se producă o pistonare în timpul mișcării în sus a garniturii de foraj, cînd se începe extragerea. Multe dintre aceste probleme potențiale pot fi evitate prin menținerea puțului totdeauna plin. În caz de dubiu, este recomandat să se facă un marș scurt, extrăgînd cîțiva pași și introducînd sapa din nou la talpă.

Un element foarte important pentru reușita forajului la echilibru este fluidul de foraj. De cîte ori se poate, se utilizează forajul cu apă. Totuși înlocuirea continuă a apei cu alta proaspătă duce la un consum exagerat de apă și de aceea se caută să se elimine toate solidele provenite din dislocarea rocilor de către sapă.

Solidele supracoloidale se separă prin mijloace mecanice, iar coloidele sînt floculate cu ajutorul unor polimeri care floculează toate solidele. Ei sînt electroliți cu catenă lungă, solubili în apă, cum sînt polimerii acidului carboxilic cu acril-amida [7] sau unele săruri organice (NaCl, $CaCl_2$ etc.). În regiunile unde marnele sînt prea sensibile la apa dulce, s-a săpat cu apă sărată. În acest caz este indicat ca salinitatea apei utilizate ca fluid de circulație să fie egală sau puțin superioară salinității apei din formațiune și cît mai aproape în compoziție chimică.

Rezultate excelente — viteze de foraj sporite și bună stabilitate a găurilor — s-au obținut, chiar în formațiunile ce conțin marne instabile, utilizînd noroaie ușoare, cu solide puține, nedispersate. Cu aceste noroaie se poate scădea greutatea specifică la 1,03—1,07 kgf/dm$^3$ și totuși noroiul păstrează calități excelente de control al marnelor instabile. Capacitatea de transport de detritus este suficientă dacă limita de curgere a noroiului (tensiunea statică de forfecare) depășește 3 lb/sq. ft. = 14 dyne/cm$^2$.

Sistemul de noroi nedispersat, floculat selectiv, este compus din apă dulce, bentonită, solidele provenite din foraj și aditivi, pentru a se obține flocularea solidelor și stabilizarea găurii [7]. În general este necesară apă cu duritate mică (sub 200 p.p.m. ion calciu) pentru ca bentonita să se hidrateze bine. Se poate utiliza și apă mai dură, dacă este tratată cu carbonat de sodiu, carbonat de bariu sau alte săruri anorganice similare.

Ionul de calciu nu afectează floculantul dar împiedică hidratarea bentonitei și în consecință face mai dificilă controlul filtrării și al limitei de curgere.

Filtrarea este controlată de polimeri de poliacrilat de sodiu sau de un copolimer al anhidridei maleice cu acetatul de vinil. Acest copolimer îmbunătățește hidratarea bentonitei, dar floculează toate celelalte solide. În consecință se obține un noroi ușor — sub 1,1 kg/dm$^3$ — dar cu calități bune, deși filtrarea este în genere peste 5 cm$^3$/30 min. Nu se adaugă dispersanți chimici pentru controlul filtrării, pentru că ei blochează acțiunea de floculare a polimerului și măresc greutatea specifică a noroiului. La ieșirea de la puț solidele sînt îndepărtate întîi cu mijloace mecanice — site duble, hidrocicloane, centrifuge — iar dacă are gaze este degazeificat. Controlul final al greutății se face prin adăugarea de polimer în timpul circulației.

Contaminarea masivă cu ghips, care ar împiedica acțiunea polimerului, este prevenită prin pretratarea noroiului cu carbonat de sodiu (sodă calcinată) sau carbonat de bariu. Sistemul este simplu. Odată ce s-a controlat greutatea specifică, viscozitatea și filtrarea, este necesar numai să se mărească cantitatea, pentru a compensa volumul găurii noi săpate.

Contaminarea cu exces de bentonită trebuie evitată, întrucît floculentul selectiv nu elimină bentonita. Bentonita trebuie adăugată încet, pînă se obține viscozitatea necesară. Dacă se întîlnesc argile sau marne bentonitice ele uneori se deshidratează și măresc greutatea. Aceasta poate fi detectată prin metoda cu albastru de metil [2], care indică cantitatea de bentonită în noroi.

Noroiul permite ca cu o viscozitatea mică să se elimine detritusul și în același timp să

se prevină lărgirea găurii. Este de observat că dacă detritusul apare în cantitate anormal de mare față de volumul găurii săpate și mai cu seamă dacă este sub formă de așchii, înseamnă că marnele se dezagregă și trebuie mărită densitatea noroiului.

Metoda de foraj la echilibru de presiune ar putea fi utilizată pe scară mare în R.S.R. cu noroi normal ușor, în regiunile unde marnele instabile nu sînt prezente, și cu noroi nedispersat tratat cu polimeri acolo, unde aceste marne produc dificultăți.

### 3. Echipamente necesare pentru forajul la echilibru de presiune

Pentru realizarea în bune condiții și în deplină siguranță a forajului la echilibru de presiune sînt necesare : echipamente pentru curățirea adîncă a noroiului, degazeificare și dispozitive de siguranță la gura puțului îmbunătățite.

#### 3.1. *Echipamente pentru curățirea adîncă a noroiului*

Practica prezentă este de a elimina tot detritusul și toate particulele mari din noroi, păstrîndu-se numai unele bentonite coloidale care sînt îmbunătățite prin tratamentul cu polimeri. Așa cum s-a arătat anterior, acest polimer are și capacitatea de a precipita solidele fine dar inactive. Acest sistem de noroi se numește noroi cu solide puține nedispersat. Curățirea mecanică însă se împinge mult mai departe.

La ieșirea din puț noroiul este trecut prin site vibrante. Ultimile construcții au două etaje. Pe prima sită, de 12—20 mesh (16—49 ochiuri/cm²), se oprese fragmentele mai mari de 1,5—0,8 mm, iar pe sita inferioară, care are 80—100 mesh (1 188—1 500 ochiuri/cm²) (fig. 5), se elimină particulele ce au trecut și sînt mai

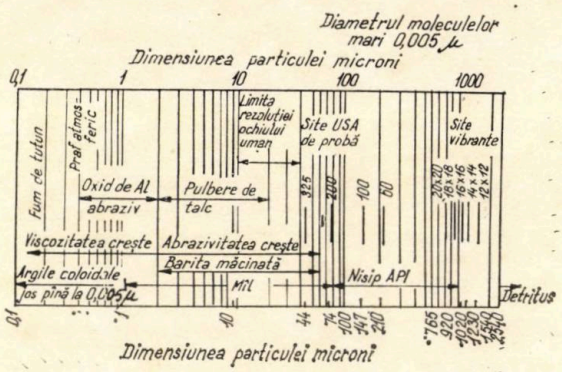



Fig. 5. Dimensiunile relative ale particulelor 12.

mari de 180—150 μ. În haba de sub sită se separă un compartiment cu fundul oblic spre exterior, unde se depune o mare parte din nisipul fin trecut prin site. Compartimentul poate fi ușor curățat printr-o deschidere frontală, la aceasta ajutînd și fundul înclinat la 45° al cutiei.

De aici noroiul trece printr-un degazeificator, dacă este cazul, și apoi la curățirea adîncă cu ajutorul hidrocicloanelor sau al centrifugelor.

Cu cicloanele separarea se face de obicei în două etape. În prima etapă se separă nisipul. Conform clasificării API se consideră nisip particulele cu dimensiunea cuprinsă între 74 μ și 1 020 μ (0,003 in + 0,040 in), indiferent de natura lor. Hidrocicloanele pentru nisip —denisipatoarele — au obișnuit diametrul de 8 in și la o cădere de presiune de 3,5 kgf/cm² separă 90 % din particulele mai mari de 30 μ.

Materialele mai fine, cuprinse între 1 și 74 μ, constituie mîlul. Din acestea 90 % din cele cu dimensiunea mai mare de aproximativ 10 μ pot fi eliminate cu hidrocicloanele de 4 in la o cădere de presiune de 3,15 kgf/cm². Aceste hidrocicloane sînt denumite desmîlitoare. Centrifugele moderne elimină într-o singură etapă particulele de barit mai mari de 5 μ și cele de argilă mai mari de 7 μ. Ele sînt întrebuințate mai des pentru operația inversă, recuperarea baritului din noroaiele grele ce s-au încărcat cu humă în timpul forajului.

În timpul forajului la echilibru de presiune se pot produce dese gazeificări ale noroiului, în special la schimbarea sapei. În consecință sînt necesare degazeificatoare de noroi, care se montează între sita vibrantă și bateriile de cicloane, căci atît pompele centrifuge de alimentare a cicloanelor, cît și cicloanele însăși au un randament scăzut cînd sînt alimentate cu noroi gazeificat.

Degazeificatoarele lucrează prin trecerea noroiului printr-o cameră în care se menține un vacuum de 1 200—1 800 mm $H_2O$. Pentru a se mări efectul vidului noroiul cade pe o placă cu suprafață mare [12].

La unele construcții vidul este obținut legînd degazeificatorul la o pompă de vid cu piston. La una dintre cele mai noi construcții vacuumul se obține însă cu ajutorul unui ejector cu noroi alimentat de una din pompele sondei sau de pompa centrifugă utilizată la manipularea noroiului (fig. 6).

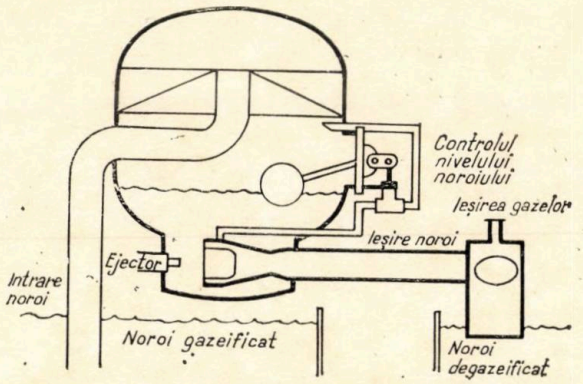



Fig. 6. Degazeificator cu eductor.

Ejectorul elimină simultan atît noroiul, cît și gazul ce a fost separat de noroi, într-un singur curent. După ce a fost separat de noroi gazul, nu se mai redizolvă și este eliminat ușor de un separator centrifugal format dintr-o bucată de burlan în care noroiul intră tangențial.

### 3.2. Echipamente de siguranță la gura puțului

Pentru a se putea fora fără riscuri accentuate, dispozitivele de siguranță de la gura puțului trebuie să fie considerate cu și mai multă atenție și controlul sondei intensificat.

Prima măsură este de a se introduce coloana de suprafață la o adîncime suficientă, luînd în considerație presiunile ce se așteaptă a se dezvolta în cazul unei manifestații.

Formațiunile slab consolidate, cum sînt obișnuit cele superficiale, se pot fisura la un gradient de 0,23 kgf/cm²/m egal cu presiunea litostatică. În șantier se pot întîlni două cazuri :

a) În timpul manifestației coloana s-a golit de noroi. În acest caz, neglijînd greutatea gazului din coloană, presiunea la care s-ar putea fisura formațiunea ar fi 0,23 H kgf/cm², H fiind adîncimea sabotului coloanei, în metri. Dacă coloana este introdusă la 200 m, cum se obișnuiește în multe cazuri, presiunea de fisurare ar fi de 46 kgf/cm².

b) Dacă coloana ar fi plină cu noroi cu o greutate specifică de 1,1 kgf/dm³, ea ar exercita o presiune de sabot de 0,11 H = 22 kgf/cm² și formațiunea s-ar fisura dacă presiunea la gura puțului s-ar ridica la 46—22 = 24 kgf/cm².

În realitate, în caz de manifestare, situația va fi undeva între cele două extreme.

Cea de-a doua măsură este de a avea dispozitive de siguranță sigure la suprafață.

Prevenitoarele trebuie să fie adecvate atît ca dimensiune, cît și ca presiune. Este de remarcat faptul că în unele montaje se utilizează același set de prevenitoare pentru întregul timp de foraj, tubînd coloanele succesive prin aceste prevenitoare și suspendînd și etanșînd fiecare coloană în coloana anterioară.

Ansamblul de prevenitoare ar trebui să aibă minimum două prevenitoare, dar sînt de preferat trei prevenitoare. Contrar practicii obișnuite din R.S. România, de a monta bacurile pentru închiderea totală la prevenitorul cel mai de jos, se consideră mai indicat să se monteze la acest prevenitor bacurile pentru închidere pe prăjini și deasupra mosorul cu legăturile pentru control și circulație și apoi prevenitorul cu bacuri oarbe. În caz că se utilizează trei prevenitoare, cel superior ar trebui să aibă tot bacuri pentru prăjini.

Acest mod de asamblare prezintă următoarele avantaje :

a) Dacă în puț se află garnitura de foraj, bacurile superioare pot fi înlocuite cu bacuri de prăjini.

b) Cu două prevenitoare cu bacuri de prăjini și suficiente prăjini în puț, garnitura de foraj poate fi introdusă din nou la talpă.

c) Dacă se produce o scăpare de fluid deasupra prevenitoarelor, există posibilitatea de a suspenda garnitura pe bacurile prevenitorului inferior, de a deșuruba de la racord și a închide prevenitorul cu bacuri oarbe, putînd astfel continua circulația la puț.

d) Întrucît cele mai multe manifestații se produc cînd în puț mai este o parte din garnitura de foraj, bacurile prevenitorului inferior pot fi închise pentru a se face, în caz de necesitate, reparații la mosor și la conductele de pompare.

e) Cînd bacurile oarbe sînt închise, este posibilă utilizarea conductelor legate la mosor și duzele.

Dezavantajele ar fi :

a) O înălțime a ansamblului mai mare.

b) Nu este închisă gura puțului cînd se schimbă bacurile de prăjini cu bacurile de coloană.

c) Nu se poate da drumul garniturii de foraj în puț dacă se dezvoltă o scurgere în ansamblul de prevenitoare.

Dacă se utilizează însă un ansamblu de trei prevenitoare, atunci, montînd elementele în succesiunea : bacuri — prăjini — mosor — bacuri oarbe — bacuri de prăjini, se obține o combinație cu cele mai multe avantaje.

Manifoldurile de erupție trebuie montate în flanșe și capabile să lucreze la o presiune mai mare decît a prevenitoarelor. Este necesar să existe mai multe duze montate la manifold, căci duzele se uzează repede. Cum la omorîrea unei manifestații este necesar adesea să se schimbe de mai multe ori diametrul duzei, utilizarea duzelor reglabile este avantajoasă. Este de preferat însă să se utilizeze duze reglabile, construite special pentru noroi, cum sînt cele cu cămașă de cauciuc și reglare hidraulică. Una dintre cele mai simple (Swaco-Magcobar) este arătată schematic în figura 7.

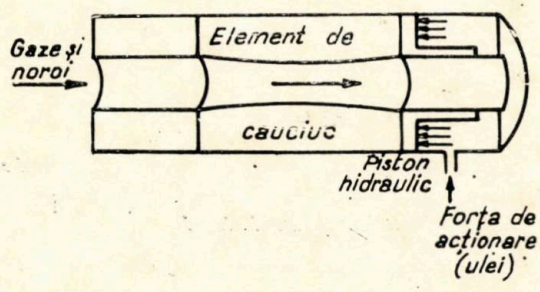



Fig. 7. Schema unei duze reglabile (Swaco-Magcobar).

Un dispozitiv necesar, care nu este mult utilizat la forajul obișnuit, este prevenitorul pentru prăjini sau eventual canaua montată sub tija de antrenare. Schemele acestor două dispozitive au fost redate anterior [11].

## 4. Concluzii. Posibilități de aplicare în R. S. România

Forajul la echilibru de presiune prezintă atît de multe avantaje (viteză de foraj mărită, reducerea accidentelor datorate marnelor instabile și scăderea prețului de cost), încît poate și trebuie să devină un foraj utilizat pe scară largă în R.S România. Cea mai mare parte a echipamentelor se utilizează și în prezent în mod obișnuit în șantiere. Unele dispozitive, care nu au intrat în practica curentă, se pot ușor construi chiar în atelierele locale.

Este necesar să se dea o mai mare atenție curățirii noroiului și urmăririi lui. Dar în primul rînd este necesar ca brigăzile de foraj să posede o calificare bună și să știe cum să controleze rapid o manifestare.

Realizarea cu succes a forajului la echilibru depinde în foarte mare măsură și de conducerile întreprinderilor de foraj și de inginerii din șantiere, căci efectuarea unui foraj la echilibru de presiune implică o îmbunătățire a tratării noroiului, precum și o urmărire foarte atentă și continuă a operațiilor de foraj.

## BIBLIOGRAFIE


1. Nelson, M. D. Oil Gas J., **163**, nr. 2, mai, 25, 1970.
2. Constantinescu, M. Forajul sondelor adînci. Ed. tehnică, București, 1970.
3. Rogers, W. F. Compoziția și proprietățile fluidelor de foraj. Ed. tehnică, București, 1969 (traducere).
4. Chenevert, M. E. J. Petrol. Technol., **22**, nr. 9, sept. 1970.
5. Darley, H. C. H. J. Petrol. Technol., **21**, nr. 7, iul. 1969.
6. Browning, W. C. și Perricone, A. C. Clay chemistry and drilling fluids SPE 540 First University of Texas Conference on drilling and rock mechanism, 1963.
7. Lanman, O. E. și Willingham, R. W. World Oil, **167**, nr. 2, febr. 1, 1970.
8. Kennedy, J. E. Oil Gas L., **66**, nr. 34, aug. 19, 1969.
9. Steward, J. T. Oil Gas J., **65**, nr. 39, sept. 25, 1967.
10. Constantinescu, M. Petrol și gaze, **XXII**, nr. 7, iul. 1971.
11. Constantinescu, R. Petrol și gaze, **XXIII**, nr. 2, febr. 1972.
12. Bobo, A. Roy, Oil Gas J., **69**, nr. 3, ian. 18, nr. 5, febr. 1, nr. 6, febr. 8, nr. 10, mart. 8, 1971.

# TEORIA ÎNAINTĂRII SAPEI. II

**I.D. Dragoev**

S-a arătat în partea întîia [2], că mişcarea de înaintare a sapei se supune legii :

$$\overline{v} = O\overline{F} \tag{1}$$

unde :

$\overline{v}$ este vectorul vitezei de foraj ;
$\overline{F}$ — vectorul forţei active aplicate pe sapă ;
$O$ — tensorul de foraj.

Tensorul de foraj poate fi factorizat :

$$O = k\,S\,P \tag{2}$$

unde :

$P$ este tensorul de penetrabilitate a sapei ;
$S$ — tensorul de forabilitate a rocii ;
$k$ — un factor scalar (funcţie scalară de timp), care înglobează influenţa tuturor celorlalţi factori asupra structurii tensorului de foraj.

Din interpretarea datelor experimentale existente [2], se ajunge la concluzia că tensorul de forabilitate a rocii este simetric. În ceea ce priveşte tensorul de penetrabilitate a sapei, deşi experienţe speciale pentru stabilirea structurii lui nu sînt încă efectuate, se poate admite, de asemenea, că pentru sapele simetrice şi cele nesimetrice în rotaţie este valabilă condiţia de simetrie şi, chiar mai mult, că două din valorile sale principale sînt egale între ele. Acest fapt este lesne de înţeles dacă se observă că, în construcţia sau funcţionarea acestor tipuri de sape — de altfel cele mai răspîndite astăzi — , se pot pune în evidenţă o direcţie de penetrabilitate maximă a sapei (axa sapei) şi un plan de penetrabilitate egală minimă, perpendicular pe prima direcţie (planul perpendicular pe axa sapei).

În condiţiile valabilităţii acestor observaţii se propune studierea mişcării de înaintare a sapei. Se vor considera pe rînd cîteva cazuri caracteristice.

a. *Forajul cu sapă izotropă într-o rocă anizotropă*

În acest caz :

$$P_1 = k_1 I, \tag{3}$$

unde :

$I$ este tensorul unitate ;
$k_1$ — un coeficient scalar, adică tensorul de penetrabilitate a sapei este sferic.

Prin urmare, avînd în vedere ecuaţia (2), tensorul de foraj va coincide cu exactitatea unui factor scalar, cu tensorul de forabilitate a rocii şi legea fundamentală a forajului se va scrie sub forma :

$$\overline{v} = S\overline{F} \tag{4}$$

Dacă se notează cu $\overline{i}_k (k = 1, 2, 3)$ vectorii unitari ai sistemului de coordonate orientat după direcţiile principale de forabilitate a rocii, iar cu $\alpha_k (k = 1,2,3,)$ — unghiurile pe care vectorul forţei active $\overline{F}$ le face cu direcţiile principale de forabilitate, atunci modulul vectorului vitezei de foraj va fi :

$$v = (v,v)^{\frac{1}{2}} = (S_{11}^2 F_1^2 + S_{22}^2 F_2^2 + S_{33}^2 F_3^2)^{\frac{1}{2}} =$$

$$= F(S_{11}^2 \cos^2 \alpha_1 + S_{22}^2 \cos^2 \alpha_2 + S_{33}^2 \cos^2 \alpha_3)^{\frac{1}{2}}, \tag{5}$$

unde :

$$\overline{v} = S_{11} F_1 \overline{i}_1 + S_{22} F_2 \overline{i}_2 + S_{33} F_3 \overline{i}_3 ; \tag{6}$$

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & 0 & 0 \\ 0 & S_{22} & 0 \\ 0 & 0 & S_{33} \end{bmatrix} \tag{7}$$

Este uşor de văzut din ecuaţia (5), că numai pe direcţiile principale modulul vitezei de foraj este proporţional cu modulul forţei active pe sapă, cei doi vectori în acest caz fiind şi coliniari.

În general, vectorii vitezei de foraj $\overline{v}$ şi ai forţei pe sapă $\overline{F}$ au direcţii diferite, făcînd între ei un unghi determinat de relaţia :

$$\cos\,(\widehat{\overline{v},\overline{F}}) = \frac{(\overline{v},\overline{F})}{|\overline{v}|\,|\overline{F}|} =$$

$$= \frac{S_{11}F_1^2 + S_{22}F_2^2 + S_{33}F_3^2}{(S_{11}^2F_1^2 + S_{22}^2F_2^2 + S_{33}^2F_3^2)^{\frac{1}{2}}\ (F_1^2 + F_2^2 + F_3^2)^{\frac{1}{2}}} =$$

$$= \frac{S_{11}\cos^2\alpha_1 + S_{22}\cos^2\alpha_2 + S_{33}\cos^2\alpha_3}{(S_{11}^2\cos^2\alpha_1 + S_{22}^2\cos^2\alpha_2 + S_{33}^2\cos^2\alpha_3)^{\frac{1}{2}}} \tag{8}$$

Dacă se notează cu $\beta_l (l = 1, 2, 3)$ unghiurile pe care vectorul vitezei de foraj le face cu direc-

ţiile principale de forabilitate, ele se vor determina din relaţiile următoare:

$$\cos\ \beta_1 = \frac{S_{11} F_1}{(S_{11}^2 F_1^2 + S_{22}^2 F_2^2 + S_{33}^2 F_3^2)^{\frac{1}{2}}} =$$

$$= \frac{S_{11} \cos \alpha_1}{(S_{11}^2 \cos^2 \alpha_1 + S_{22}^2 \cos^2 \alpha_2 + S_{33}^2 \cos^2 \alpha_3)^{\frac{1}{2}}} \quad (9)$$

şi în mod analog:

$$\cos\ \beta_2 = \ldots; \quad (10)$$

$$\cos\ \beta_3 = \ldots \quad (11)$$

Este uşor de văzut, din ecuaţiile (9—11), că sapa va înainta după direcţia forţei numai dacă acţionează pe una din direcţiile principale de forabilitate.

Proiecţia vitezei după direcţia forţei, $v_{||\overline{F}}$, va fi:

$$v_{||\overline{F}} = \frac{(\overline{v}, \overline{F})}{|\overline{F}|} = F^{-1}(S_{11}F_1^2 + S_{22}F_2^2 + S_{33}F_3^2) =$$

$$= F\,(S_{11} \cos^2 \alpha_1 + S_{22} \cos^2 \alpha_2 + S_{33} \cos^2 \alpha_3) \quad (12)$$

Proiecţia vitezei în planul perpendicular pe direcţia forţei, $v_{|\overline{F}}$, se va determina din relaţia:

$$v_{||\overline{F}}^2 + v_{|\overline{F}}^2 = S_{11}^2 F_1^2 + S_{22}^2 F_2^2 + S_{33}^2 F_3^2 = \ldots \quad (13)$$

Forabilitatea după direcţia de foraj, $S_{||\overline{v}}$, va fi:

$$S_{||\overline{v}} = \frac{v^2}{(\overline{v}, \overline{F})} = \frac{S_{11}^2 F_1^2 + S_{22}^2 F_2^2 + S_{33}^2 F_3^2}{S_{11}F_1^2 + S_{22}F_2^2 + S_{33}F_3^2} = \ldots, \quad (14)$$

de unde, după transformări elementare, se obţine:

$$\frac{1}{S_{||\overline{v}}} = \frac{\cos^2 \beta_1}{S_{11}} + \frac{\cos^2 \beta_2}{S_{22}} + \frac{\cos^2 \beta_3}{S_{33}} \quad (15)$$

S-a obţinut astfel ecuaţia unui elipsoid ale cărui semiaxe principale sînt:

$$a = \sqrt{S_{11}}$$
$$b = \sqrt{S_{22}} \quad (16)$$
$$c = \sqrt{S_{33}}$$

şi care coincid cu direcţiile principale de forabilitate.

Acest elipsoid poate servi ca o altă imagine geometrică a tensorului de foraj şi poate fi folosit şi pentru o verificare experimentală a teoriei înaintării sapei pe o a doua cale foarte comodă. În scopul acesta, nu trebuie decît să se verifice că rădăcina pătrată a forabilităţii obţinută exprimental, pe diverse direcţii, determinate prin unghiurile $\beta_l (l = 1, 2, 3)$, faţă de direcţiile principale de forabilitate, reprezintă geometric un elipsoid de tipul ecuaţiei (15).

Într-adevăr, este de bănuit că forabilitatea după o direcţie în spaţiul rocii va coincide cu aproximaţia unui factor constant oarecare, cu inversa valorii tensiunii de distrugere a rocii pe aceeaşi direcţie.

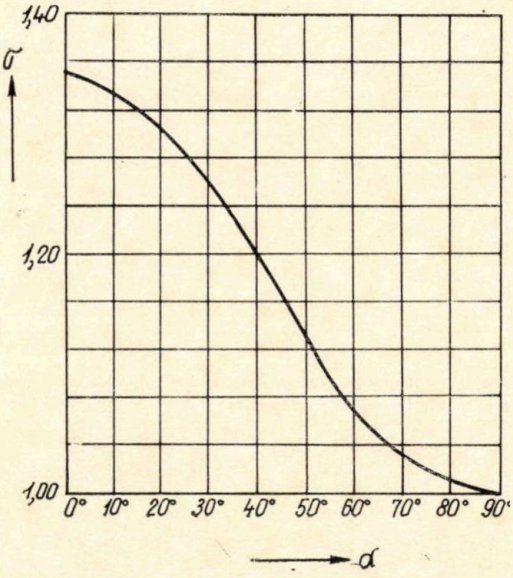



Fig. 1. Rezistenţa de distrugere la compresiune a unei roci, în unităţi adimensionale, în funcţie de direcţia de aplicare a forţei în raport cu planul stratificaţie.

Cercetătorii sovietici V.I. Grigoriev şi N. A. Sidorov [1], examinînd anizotropia rocilor din regiunea Kuban, au stabilit în mod experimental curba de variaţie a rezistenţei de distrugere prin compresiune, în unităţi adimensionale, în funcţie de direcţia $\alpha$ a efortului de compresiune faţă de planul de stratificaţie a rocii (fig. 1).

Dacă această ipoteză este valabilă, luînd inversa rădăcinii pătrate a rezistenţei de distrugere pentru diferite valori $\alpha$, va trebui să se obţină, conform teoriei, punctele unei elipse cu semiaxele:

$$\text{semiaxa mare} = \frac{1}{\sqrt{\sigma \min}} = \frac{1}{\sqrt{1}} = 1;$$

$$\text{semiaxa mică} = \frac{1}{\sqrt{\sigma \max}} = \frac{1}{\sqrt{1{,}35}} = 0{,}861$$

Pentru unghiurile $\alpha = 30$ , 45 , 60°, valorile pentru $1/\sqrt{\sigma}$, calculate pe baza figurii 1, sînt aşezate în coloana 3 din tabela 1.

TABELA 1

| $\alpha$,° | $\sigma_{exper.}$ | $\frac{1}{\sqrt{\sigma_{exper.}}}$ | $\frac{1}{\sqrt{\sigma_{teor.}}}$ | Eroarea relativă $\frac{(4)-(3)}{(4)} \times 100\ \%$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1,35 | 0,861 | — | — |
| 30 | 1,26 | 0,891 | 0,890 | 0,12 % |
| 45 | 1,16 | 0,928 | 0,918 | 1,10 % |
| 60 | 1,07 | 0,967 | 0,962 | 0,52 % |
| 90 | 1,00 | 1,000 | — | — |

Calculînd valorile corespunzătoare pentru $\frac{1}{\sqrt{\sigma}}$ pentru aceleaşi valori ale unghiului $\alpha$, după o formulă analogă ultimei din relaţiile (35) din prima parte a articolului [2], se obţin valorile redate în coloana 4 din tabela 1.

Se observă imediat că există o concordanţă foarte bună între prevederile teoriei şi rezultatele experimentale, eroarea relativă maximă fiind de aproximativ 1%.

Mai departe se poate determina forabilitatea după direcţia forţei $S_{||\overline{F}}$:

$$S_{||\overline{F}} = \frac{(\overline{v}, \overline{F})}{|\overline{F}||\overline{F}|} = \frac{S_{11}F_1^2 + S_{22}F_2^2 + S_{33}F_3^2}{F^2} =$$

$$= S_{11}\cos^2\alpha_1 + S_{22}\cos^2\alpha_2 + S_{33}\cos^2\alpha_3. \quad (17)$$

Aceasta este ecuaţia unui alt elipsoid, cu semiaxele principale:

$$a = \sqrt{\frac{1}{S_{11}}}$$

$$b = \sqrt{\frac{1}{S_{22}}} \quad (18)$$

$$c = \sqrt{\frac{1}{S_3}},$$

care coincid cu direcţiile principale de forabilitate. Folosirea lui, poate oferi o altă cale comodă pentru verificarea experimentală a teoriei. Dacă se porneşte acum de la relaţia (13), şi se are în vedere că:

$$v_{||\overline{F}} = S_{||\overline{F}} \cdot F$$

$$v_{\perp\overline{F}} = S_{|\overline{F}} \cdot F \quad (19)$$

se ajunge la relaţia:

$$S_{||\overline{F}}^2 + S_{|\overline{F}}^2 = S_{11}\cos^2\alpha_1 + S_{22}^2\cos^2\alpha_2 + S_{33}^2\cos\alpha_3^2, \quad (20)$$

care poate servi la determinarea lui $S_{\perp\overline{F}}$

Dacă se rezolvă sistemul format din ecuaţiile (17), (20) şi ecuaţia evidentă:

$$\sum_1^3 \cos^2\alpha_i = 1 \quad (21)$$

în raport cu $\cos^2\alpha_i$ $(i = 1,2,3)$, se obţine:

$$\left.\begin{aligned}
\cos^2\alpha_1 &= \frac{S_{\perp\overline{F}}^2 + S_{||\overline{F}}^2 - S_{||\overline{F}}(S_{22}+S_{33}) + S_{22}S_{33}}{(S_{22}-S_{11})(S_{33}-S_{11})} = \\
&= \frac{S_{\perp\overline{F}}^2 + \left(S_{||\overline{F}} - \frac{S_{22}+S_{33}}{2}\right)^2 - \left(\frac{S_{22}-S_{33}}{2}\right)^2}{(S_{22}-S_{11})(S_{33}-S_{11})} \\
\cos^2\alpha_2 &= \frac{S_{1\overline{F}}^2 + S_{11\overline{F}}^2 - S_{||\overline{F}}(S_{11}+S_{33}) + S_{11}S_{33}}{(S_{22}-S_{11})(S_{33}-S_{11})} = \\
&= \frac{S_{\perp F}^2 + \left(S_{||\overline{F}} - \frac{S_{11}+S_{33}}{2}\right)^2 - \left(\frac{S_{11}+S_{33}}{2}\right)^2}{(S_{22}-S_{11})(S_{33}-S_{11})}, \\
\cos^2\alpha_3 &= \frac{S_{\perp\overline{F}}^2 + S_{||\overline{F}}^2 - S_{||\overline{F}}(S_{11}+S_{22}) + S_{11}S_{22}}{(S_{11}-S_{33})(S_{22}-S_{33})} = \\
&= \frac{S_{\perp\overline{F}}^2 + \left(S_{||\overline{F}} - \frac{S_{11}+S_{22}}{2}\right)^2 - \left(\frac{S_{11}-S_{22}}{2}\right)^2}{(S_{11}-S_{33})(S_{22}-S_{33})}
\end{aligned}\right\} \quad (22)$$

Dacă $S_{11} > S_{22}S_{33}$, va trebui ca:

$$\left.\begin{aligned}
&S_{\perp\overline{F}}^2 + \left(S_{||\overline{F}} - \frac{S_{22}+S_{33}}{2}\right)^2 - \left(\frac{S_{22}-S_{33}}{2}\right)^2 \geqslant 0; \\
&S_{\perp\overline{F}}^2 + \left(S_{||\overline{F}} - \frac{S_{11}+S_{33}}{2}\right)^2 - \left(\frac{S_{11}-S_{33}}{2}\right) \leqslant 0; \\
&S_{\perp\overline{F}}^2 + \left(S_{||\overline{F}} - \frac{S_{11}+S_{22}}{2}\right)^2 \left(\frac{(S_{11}-S_{22}}{2}\right)^2 \geqslant 0;
\end{aligned}\right\} \quad (23)$$

Reţinînd doar semnul egal, s-au obţinut ecuaţiile a trei cercuri, ale căror centre se găsesc pe axa $S_{||\overline{F}}$ şi au raze egale, respectiv cu:

$$\frac{S_{22}-S_{33}}{2};\ \frac{S_{11}-S_{33}}{2};\ \frac{S_{11}-S_{22}}{2} \quad (24)$$

Aceste cercuri sînt analoge cercurilor lui Mohr din teoria corpului deformabil şi pot fi utilizate în mod similar în teoria înaintării sapei. Aşadar, există o analogie perfectă între tensorul de forabilitate a rocii şi tensorul eforturilor unitare ale corpului deformabil.

Relaţiile obţinute pînă aici pot servi la rezolvarea problemelor devierii sondelor şi dirijării forajului, formulate anterior [2], în limitele valabilităţii condiţiei de izotropie a sapei. Ele pot ajuta şi la prelucrarea datelor experimentale în scopul determinării unor caracteristici ale rocii ca valorile principale de forabilitate şi altele.

b. *Forajul cu sapă anizotropă într-o rocă izotropă*

Ecuaţia forajului în acest caz capătă forma :

$$\bar{v} = P\bar{F}, \tag{25}$$

care este întrutotul analogă ecuaţiei (4). Prin urmare, se pot dezvolta una după alta formule analoge relaţiilor (5) — (24).

c. *Forajul cu sapă anizotropă într-o rocă anizotropă*

În acest caz tensorul de foraj are forma (2), iar ecuaţia forajului, cu aproximaţia unui factor scalar, se va scrie :

$$\bar{v} = SP\bar{F} \tag{26}$$

Dacă se notează cu $\bar{i}_k$ ($k = 1,2,3$) vectorii unitari ai direcţiilor principale de forabilitate, iar cu $j_s$ ($s = 1, 2, 3$) vectorii unitari ai direcţiilor principale de penetrabilitate, atunci cosinuşii directori de trecere de la sistemul de axe $j_s$ la sistemul de axe $\bar{i}_k$ vor forma matricea $\Gamma$. Dacă $S$ şi $P$ reprezintă forma diagonală a matricei de forabilitate, respectiv a matricei de penetrabilitate, legea fizică fundamentală se va scrie în sistemul de axe $I_k$, sub forma :

$$\bar{v} = S\Gamma P\Gamma^{-1}\bar{F}, \tag{27}$$

iar în sistemul de axe $j_s$ — sub forma :

$$\bar{v} = \Gamma^{-1} S\Gamma P\bar{F} \tag{28}$$

Dezvoltarea unui aparat analitic, în analogie cu cazurile precedente, nu pare să aducă avantaje suplimentare. Uneori este mai comod ca forţa să fie dată prin componentele sale în sistemul $j_s$, iar viteza — prin componentele sale în sistemul $i_k$. În acest caz legea forajului se poate scrie sub forma :

$$\bar{v} = S\Gamma\, P\bar{F} \tag{29}$$

Un caz particular interesant este acela, în care forţa pe sapă rămîne întotdeauna paralelă cu una din direcţiile principale de penetrabilitate, în special paralelă cu axa sapei. În acest caz structura tensorului de foraj este determinată, cu aproximaţia unui factor scalar, de tensorul de forabilitate a rocii, ceea ce coincide cu cazul examinat la punctul a).

Relaţiile dezvoltate la acest punct duc, de asemenea, la rezolvarea problemei directe şi a celei inverse ale teoriei înaintării sapei.

Aruncînd o privire de ansamblu asupra dezvoltărilor teoriei înaintării sapei, în acest articol, se pot trage cîteva concluzii importante :

1. S-a reuşit aducerea unor dovezi suplimentare, care confirmă valabilitatea teoriei făcută în prima parte [2].

2. Relaţiile obţinute rezolvă cele două probleme de bază ale teoriei înaintării sapei : problema studierii devierii sondei şi problema dirijării forajului formulate anterior [2].

3. Dezvoltările teoriei pot servi la prelucrarea datelor experimentale asupra devierii sondelor şi la organizarea de experienţe noi. Ele pot servi şi ca punct de plecare pentru găsirea unor soluţii tehnice ale problemelor legate de devierea sondelor.

4. Există o analogie perfectă între tensorul de forabilitate a rocii sau tensorul de penetrabilitate a sapei şi tensorul eforturilor unitare al corpului deformabil. Această constatare ne îndreptăţeşte să folosim pe deplin unele metode, rezultate şi construcţii grafice din teoria corpului deformabil pentru scopurile teoriei înaintării sapei, cum sînt cercurile lui Mohr ş.a.

Alte aspecte importante ale teoriei înaintării sapei vor fi date în cîteva articole următoare. Cele prezentate pînă aici, în aceste două părţi, permit deja tratarea problemei determinării unghiului de deviere a sondei şi a azimutului devierii sondei în condiţii de echilibru.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Grigoriev. V. I, şi N. A. Sidorov. Borba s iskrivleniem stvolov skvajin v turbinnom burenii. Gostoptehizgat, 1957.
2. Dragoev, I. D. Teoria înaintării sapei. I. Petrol şi gaze, **23** nr, 12, 1972.

# INFLUENŢA ELECTROLIŢILOR ASUPRA TEMPERATURII DE IEŞIRE DIN SOLUŢIE A AGENŢILOR ACTIVI DE SUPRAFAŢĂ (AAS) NEIONICI

**F. Popescu şi I. Ana**

După cum este cunoscut, datorită proprietăţilor şi eficienţei lor superioare în comparaţie cu AAS ionici, AAS neionici sînt solicitaţi din ce în ce mai mult în diverse domenii ale industriei extractive de ţiţei şi gaze.

Astfel, AAS neionici se utilizează în procesul de foraj la elaborarea şi condiţionarea fluidelor de foraj şi a pastelor de ciment, în procesul de stimulare a sondelor ca întîrzietori de reacţie, inhibitori de coroziune, reducători de frecare, emulgatori, umectanţi etc., precum şi la pregătirea fluidelor (apă, ţiţei şi gaze) pentru transport şi prelucrare ca dezincrustanţi, dezemulsionanţi, reducători de viscozitate, spumanţi etc.).

Condiţiile variate şi deosebit de complexe întîlnite în aceste domenii impun examinarea comportării soluţiilor de AAS neionici la temperaturi şi presiuni ridicate, în medii puternic mineralizate, acide, corosive sau în prezenţa hidrocarburilor.

Prezenta lucrare îşi propune să scoată în evidenţă unele aspecte privind stabilitatea soluţiilor de AAS neionici în prezenţa electroliţilor.

## 1. Consideraţii teoretice

În general, se cunoaşte că solubilitatea în apă a AAS neionici se datoreşte capacităţii atomilor de oxigen din lanţul polioxietilenic de a forma hidraţi cu apa, prin legături de hidrogen [1].

Bochimke şi Hensh [2], pe baza măsurătorilor de viscozitate, au emis ipoteza existenţei tetrahidratului, adică a patru molecule de apă care se leagă la un atom de oxigen eteric.

Greenwald şi Brown [3], pornind de la anumite consideraţii teoretice, au stabilit că AAS neionici formează cu apa numai dihidraţi.

Oricare ar fi însă numărul de molecule de apă legate, cert este că solubilitatea AAS neionici se datoreşte legăturilor de hidrogen formate între moleculele de apă şi atomii de oxigen, prin intermediul perechilor de electroni neparticipanţi ai acestuia.

Studiile efectuate au stabilit că, la o anumită temperatură, caracteristică fiecărui AAS neionic, are loc o variaţie bruscă a turbidităţii soluţiei acestuia, însoţită de separarea a două straturi, unul uleios, bogat şi altul apos sărac în AAS. Temperatura la care turbiditatea soluţiei de AAS variază brusc este cunoscută în literatura de specialitate sub denumirea de „punct de tulburare" sau „temperatura de ieşire din soluţie", care după cum se ştie este reversibilă.

Temperatura de ieşire din soluţie are o importanţă practică deosebit de mare, prin aceea că stabileşte limita pînă la care soluţiile AAS neionici pot fi utilizate cu succes.

Cantitatea de AAS neionic rămasă în stratul apos după separare este neînsemnată în cazul AAS omogeni-unitari. În cazul produşilor neomogeni (amestec de compuşi cu grade de oxietilare dispersate) cantitatea de AAS rămasă în stratul apos este aproximativ 10—15% din cantitatea iniţială [4].

Prezenţa electroliţilor în soluţiile AAS neionici duce la o scădere considerabilă a „temperaturii de ieşire din soluţie" a acestora.

În cele ce urmează se prezintă rezultatele cercetărilor de laborator efectuate la I.C.P.T.G-Cîmpina privind influenţa clorurilor metalelor alcaline şi alcalino-pămîntoase asupra „temperaturii de ieşire din soluţie" a AAS neionici.

## 2. Partea experimentală

### 2.1. *Materiale şi aparatură*

S-au utilizat AAS neionici tehnici de tipul: ortocrezol oxietilat ($DC_{15}$)* izooctilfenol oxietilat ($IOF_{15}$), alcooli (cu 9, 12—14 şi 15—18 atomi de carbon), oxietilaţi ($SO_{14}$; S $III_{15}$ şi, respectiv S $II_{15}$) şi monoetanolamida acizilor de cocos oxietilată $CA_{15}$.

Se constată că AAS neionici utilizaţi prezintă, în general, acelaşi grad de oxietilare (15 moli de oxid de etilenă).

Electroliţii folosiţi, de puritate proanalysis, au fost clorurile metalelor alcaline şi alcalino-pămîntoase: NaCl, KCl, $NH_4Cl$, $MgCl_2$, $CaCl_2$ şi $BaCl_2$.

Concentraţia soluţiilor de AAS neionice i s-a menţinut constantă, la valoarea de 1,0%, iar cea a soluţiilor de cloruri s-a variat, luînd valorile: 1,0, 4,0, 6,0 8,0 10,0 şi 12,0%.

Temperatura de ieşire din soluţie a AAS neionici s-a determinat în felul următor: într-o

* Indicii numerici reprezintă gradul mediu de oxietilare.

eprubetă cu dimensiunile de $\Phi = 20$ și $H = 160$ mm, prevăzută cu manșon de sticlă și termometru, s-au introdus 20 ml din proba de cercetat. Eprubeta astfel echipată s-a încălzit treptat (aproximativ 1°C/min) observîndu-se aspectul soluției.

Pentru a se asigura o încălzire lentă și uniformă, determinarea s-a efectuat într-un aparat de tip Jukov, format dintr-o baie de ulei transparentă, conținutul eprubetei agitîndu-se din timp în timp cu ajutorul unei baghete terminate la capătul inferior cu un inel.

Încălzirea eprubetei s-a continuat pînă la apariția unei benzi opace, care dispare la scăderea temperaturii. S-a notat temperatura la care apare banda opalescentă. Această temperatură s-a considerat temperatura de ieșire din soluție a AAS neionic.

Rezultatele s-au exprimat în °C, specificîndu-se, în afară de concentrația AAS neionic, și concentrația electrolitului din soluția cu care s-a efectuat determinarea.

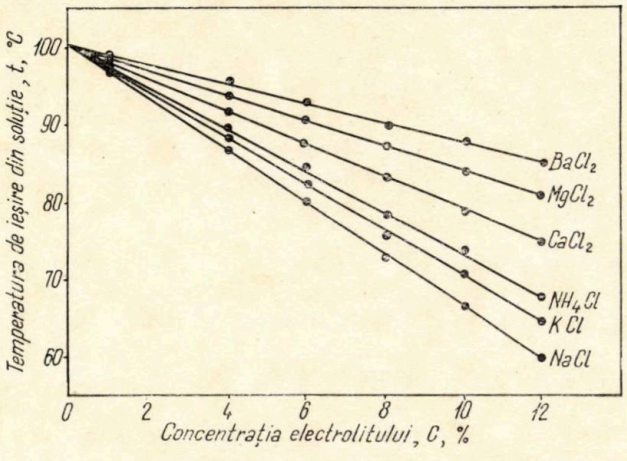



Fig. 1. Influența electroliților asupra „temperaturii de ieșire din soluție" a produsului C.A. 15.

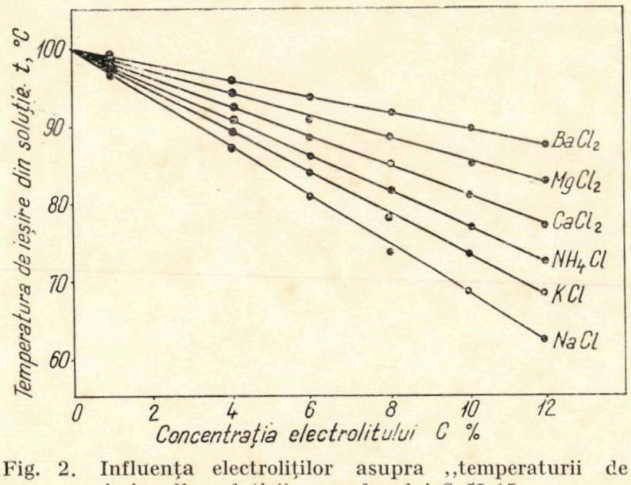



Fig. 2. Influența electroliților asupra „temperaturii de ieșire din soluție" a produsului S II 15.

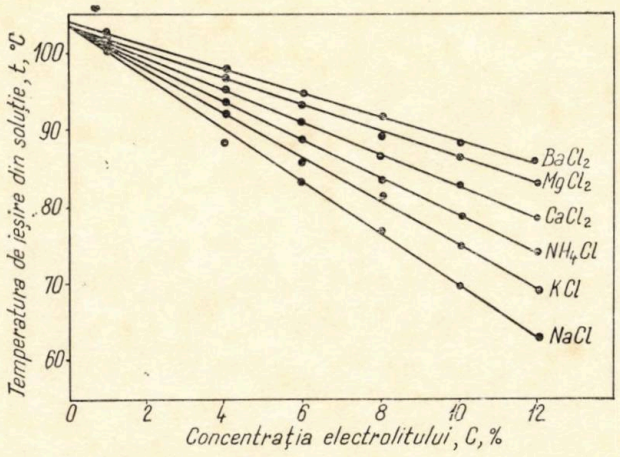



Fig. 3. Influența electroliților asupra „temperaturii de ieșire din soluție" a produsului SO 14.

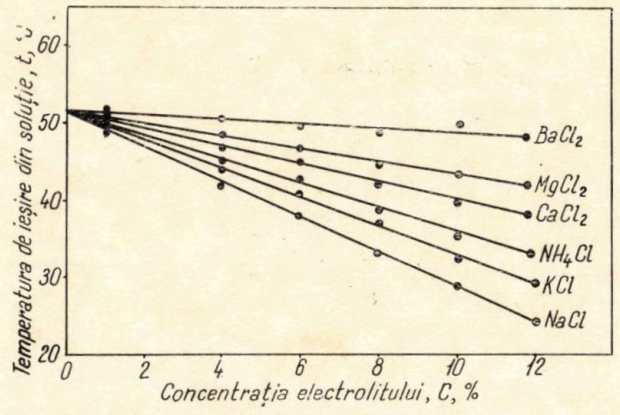



Fig. 4. Influența electroliților asupra temperaturii de ieșire din soluție a produsului D C 15.

### 2.2. *Rezultate experimentale și discuții*

Rezultatele obținute sînt reprezentate grafic în figurile 1—6.

Fiecare punct al graficului reprezintă media a zece determinări, măsurate cu o precizie de $\pm 0{,}5$°C.

Din analiza datelor prezentate în figurile 1—6 se constată că, „temperatura de ieșire din soluție" a AAS neionici, scade în mod linear cu creșterea concentrației electrolitului.

Scăderea „temperaturii de ieșire din soluție" a AAS neionici este funcție și de numărul liotropic al cationilor, cu aceiași valență și anume acesta crește în ordinea $Na^+$; $K^+$; $NH_4^+$ și $Ca^{2+}$; $Mg^{2+}$; $Ba^{2+}$ dar nu respectă strict principiul tăriei ionice [5—7].

De asemenea, se constată că pentru aceeași concentrație de electrolit, de exemplu clorură de sodiu 12%, scăderea „temperaturii de ieșire din soluție" este în medie de 40°C pentru produsele CA—15; S. II—15; SO—14; S III—15 și IOF—15 și de 27°C, pentru produsul DC—15.

În prezența clorurilor metalelor alcaline și alcalinopămîntoase, în concentrație de 12%,

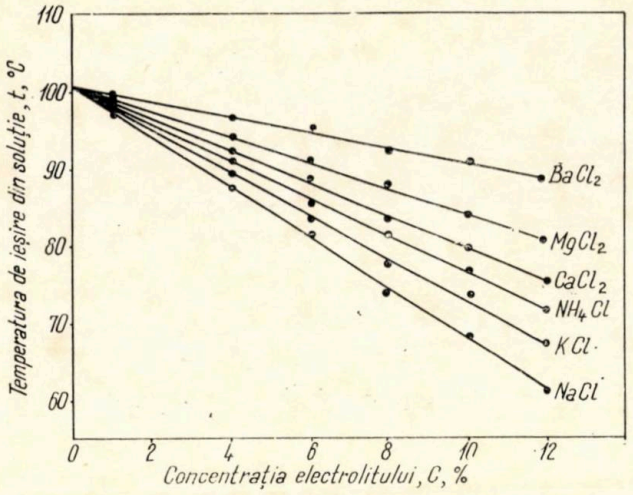



Fig. 5. Influenţa electroliţilor asupra temperaturii de ieşire din soluţie a produsului S III 15.

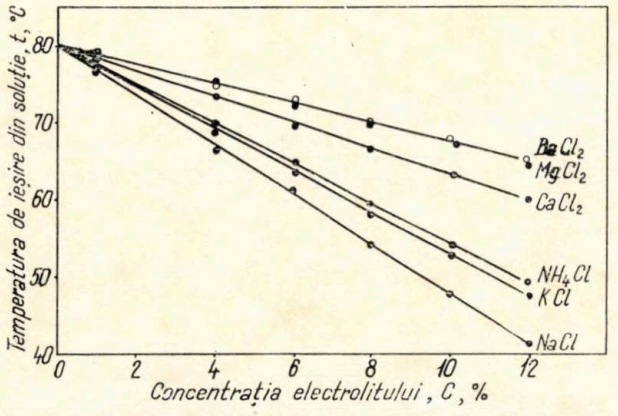



Fig. 6. Influenţa electroliţilor asupra temperaturii de ieşire din soluţie a produsului I0 F 15.

AAS-neionici de tipurile S III—15, SO—14, S II—15, CA—15 pot fi utilizaţi cu succes pînă la temperatura de 60°C, respectiv 70°C; AAS-neionic de tipul IOF—15 pînă la 40 respectiv 60°C, şi AAS-neionic de tipul DC—15 pînă la 25 respectiv 35°C.

Explicaţia procesului de ieşire din soluţie a AAS este următoarea: o dată cu creşterea concentraţiei electrolitului, se produce o rupere a legăturii de hidrogen dintre moleculele de apă şi oxigen ale lanţului oxietilenic al AAS neionici, ca urmare a procesului de hidratare a cationilor. Energia de hidratare a cationilor respectivi este mult mai mare decît energia de hidratare a lanţurilor polietilenglicolice. Aceasta facilitează ruperea legăturii de hidrogen, ieşirea AAS neionic din soluţie şi separarea lui la suprafaţă sub forma unui strat uleios, avînd drept efect o reducere considerabilă a eficacităţii soluţiei respective.

Se recomandă astfel ca la utilizarea AAS neionici în medii mineralizate să se ţină seama de numărul *liotropic* al cationului prezent în soluţie, de concentraţia sa, precum şi de temperatura de lucru.

Aceste observaţii se impun a fi respectate ori de cîte ori se indică un AAS-neionic, într-un proces tehnologic, în scopul evitării consumului inutil de substanţă activă.

## 3. Concluzii

1. AAS-neionici ies din soluţie o dată cu creşterea temperaturii (ieşirea din soluţie este reversibilă).

2. Temperatura de ieşire din soluţie scade invers proporţional cu creşterea concentraţiei electrolitului.

3. Indiferent de partea hidrofobă a moleculei AAS-neionic: alchil-fenol, crezol, alcooli sau monoetanolamidă, temperatura de ieşire din soluţie depinde de numărul liotropic al cationilor, crescînd în ordinea $Na^+$, $K^+$, $NH_4^+$, $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $Ba^{2+}$.

### BIBLIOGRAFIE

1. Chwala, A. Textillulfxmitel, Verlag, J. Springen, Wien, 1939.
2. Bochimke, G. şi Hensh, R. Fetten Seifen **62**, 1960, p. 87
3. Greenwald, H. L. şi Bradwin, G. L. Phys. Chem. **58**, 1954, p. 825.
4. Ana, I. Influenţa temperaturii şi presiunii asupra soluţiilor de AAS-neionici. Biblioteca tehnică. I.C.P.T.G.-Cîmpina.
5. Arai, H, şi Schinaba, Nippon. Kagaku Zasshi, **86**, 1965, p. 299.
6. Arai, H. Nippan Zasshi **36**, 1965, p. 1126.
7. Schick, J. M. I. Coll Sci. II. 1962, p. 801.

# AUTOMATIZAREA INCĂLZITOARELOR DE GAZE

V. Mirea și I. Avramescu

Gazul metan, de obicei, conține vapori de apă. La sondele de gaze unde, ca urmare a laminării, apare pericolul givrajului, se face încălzirea gazelor cu calorifere cu apă caldă și foc deschis (fig. 1). Încălzitoarele se montează lîngă sondă la o distanță permisă de normele de tehnica securității, în general după orificiul de laminare și după separator (fig. 2) [1, 2].

În schemele de extracție a gazului metan, se mai folosesc încălzitoare de gaze la instalațiile de uscare a gazelor, unde trebuie încălzit pentru regenerarea masei de adsorbant. Aici se utilizează un alt tip de încălzitor (fig. 3), în care serpentina încălzitorului vine în con-

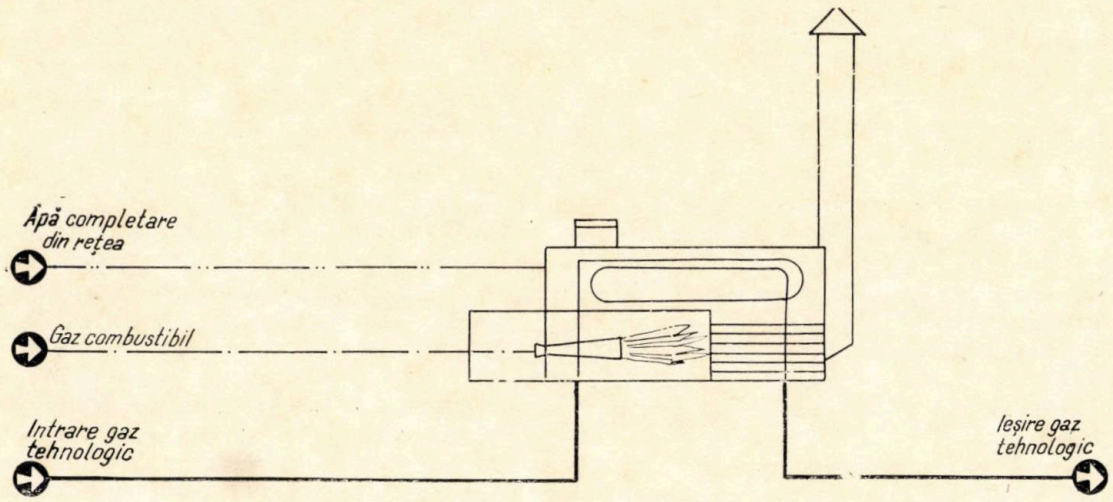



Fig. 1

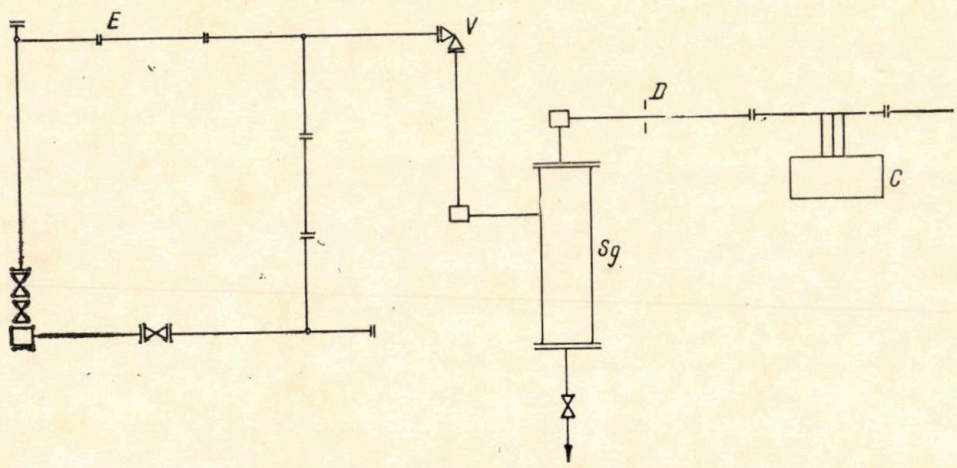



Fig. 2 Schema de suprafață a unei sonde de gaze;
E – cap erupție; Sg – separator; V – ventil colțar; D – diafragmă; C – încălzitor

tact direct cu gazele arse din camera de ardere, după ce acestea trec printr-un schimbător de căldură gaz ars — apă.

La ambele tipuri de încălzitoare, reglajul se realizează manual, discontinuu, de către veghetorii sondelor și, respectiv, de către operatorii stațiilor de uscare, cu deficiențe din punct de vedere tehnic și economic. Folosirea la parametri nominali a utilajelor și instalațiilor impune introducerea unui nivel rațional de automatizare la încălzitoarele de gaze. Acest nivel de automatizare trebuie să realizeze :

— reglarea automată locală a principalilor parametri tehnologici (presiune, debit gaz, nivel de apă) ;

— măsurarea locală a presiunilor și temperaturilor în punctele critice ale instalației ;

— protecția automată prin întreruperea funcționării instalației și semnalizarea nediscriminată la un punct de control.

În cele ce urmează se vor prezenta unele soluții de automatizare la încălzitoarele menționate.

## Automatizarea încălzitorului folosit la sondele de gaz metan [3]

S-a propus un nivel tehnologic de automatizare care permite funcționarea cazanului fără supraveghere (fig. 4).

Pentru reglajul gazului combustibil în funcție de temperatura pe care o are gazul tehnologic la ieșirea din încălzitor, se folosește un regulator direct de temperatură, simbol TC/1, cu caracteristică P, avînd ca element de măsurare un termobulb montat în conducta de gaz tehnologic. Robinetul de reglare, cu dublu scaun echilibrat, construcție în V, se montează prin înfiletare în conducta de gaz combustibil. Folosirea cu eficiență a regulatorului impune o atenție mărită la stabilirea valorii mărimii prescrise.

Valoarea temperaturii reglate trebuie să fie suficient de ridicată pentru a nu permite

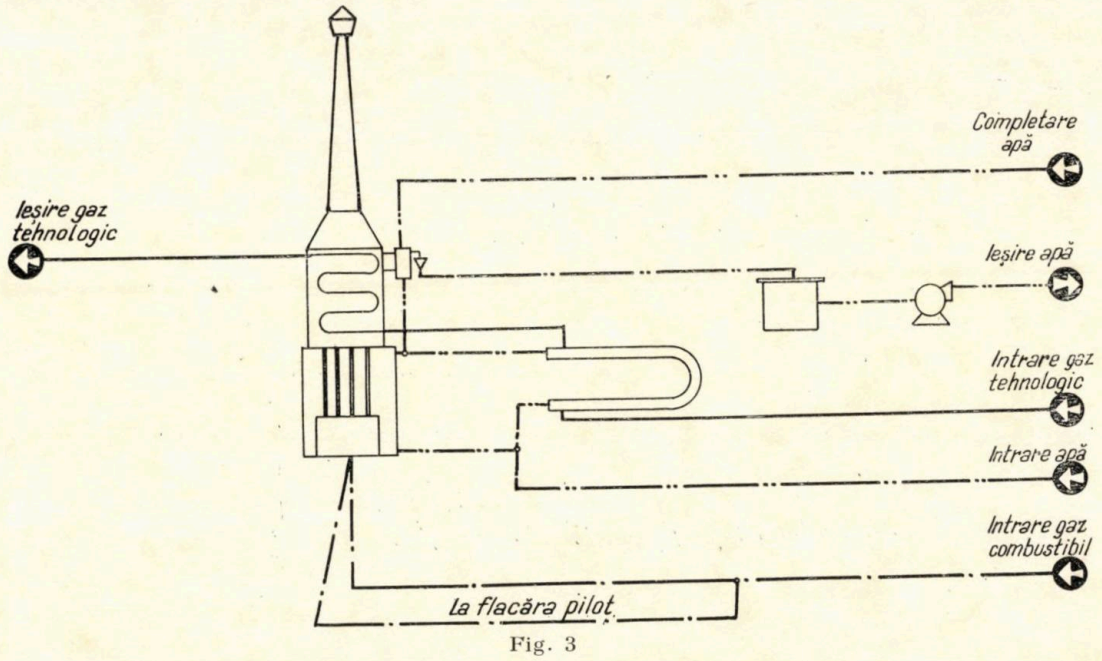



Fig. 3

formarea de criohidrați, dar în același timp să nu fie nici prea ridicată, încît să conducă la risipă de combustibil. Din studiile efectuate și din experiența de șantier rezultă că aceste condiții sînt satisfăcute dacă se menține o valoare a temperaturii gazului tehnologic la ieșirea din încălzitor de circa $+10 \cdots +12$°C.

Regulatorul direct de temperatură, fără energie auxiliară, este indicat a se folosi la acest tip de încălzitor, deoarece are o construcție simplă și satisface condițiile sistemului tehnologic, reglat, care este caracterizat printr-o constantă de timp destul de mare.

Un alt parametru care trebuie reglat este nivelul de apă caldă în cuva încălzitorului. Această funcție se realizează cu ajutorul unui regulator mecanic de nivel, continuu, cu caracteristică P, simbol LC/2. Nivelul apei este controlat cu ajutorul unui flotor, amplasat într-un corp protector, cu rol de vas comunicant cu cuva încălzitorului. Ca element de prescriere a regulatorului se folosește axul-suport al flotorului, prevăzut cu o scară gradată indicatoare amplasată la exterior pe corpul protector.

Elementul de execuție este un robinet cu ventil, cu un singur scaun, care se racordează în filet la conducta de alimentare cu apă a schelei.

Pentru o bună funcționare a regulatorului pe timpul iernii, corpul regulatorului, împreună cu conducta de racord, se izolează termic și se montează în apropierea peretelui cuvei.

Pentru controlul funcţionării încălzitorului şi a aparaturii de reglare se măsoară următorii parametri :

— temperatura şi presiunea gazului încălzit, simbol TI/3, PI/4 ;

intermediul releului Rp/12 se dă semnal sonor nediscriminat. Protecţia la lipsa gazului combustibil şi la lipsa flăcării se poate realiza şi cu ajutorul unui supraveghetor de flacără termoelectric.

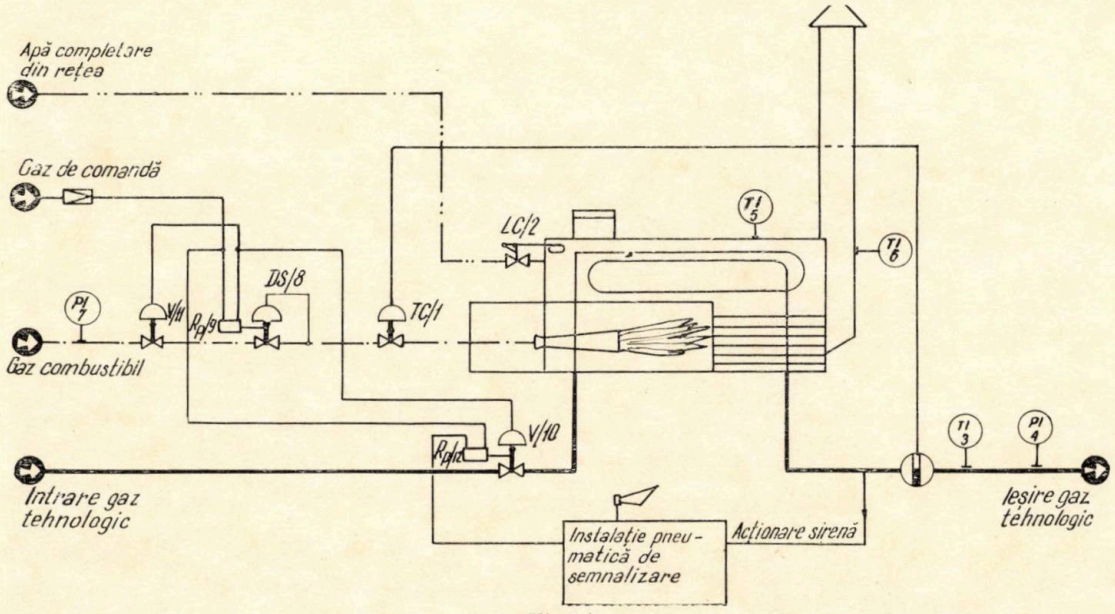



Fig. 4

— temperatura apei din cuva încălzitorului, simbol TI/5 ;

— temperatura la coş a gazelor arse, simbol TI/6 ;

— presiunea gazului combustibil, simbol PI/7.

Se folosesc aparate indicatoare cu cadran, amplasate în poziţie convenabilă, astfel încît indicaţiile lor să se poată citi corect şi în condiţii meteorologice nefavorabile, iar pe timp de noapte să necesite un nivel minim de iluminare prevăzut de norme.

La reducerea presiunii în conducta de gaz combustibil sub limitele admise şi, deci, la stingerea flăcării, se opreşte funcţionarea încălzitorului, prin secţionarea conductei de alimentare cu combustibil, cu ajutorul unui dispozitiv de siguranţă, în cazul în care lipseşte gazul, simbol DS/8, montat pe conducta respectivă. Dispozitivul se închide automat la lipsa presiunii în aval de dispozitiv şi se deschide manual la revenirea presiunii şi după eliminarea acumulărilor de gaze din focar. Prin închiderea dispozitivului de siguranţă DS/8 se comandă, prin intermediul releului pneumatic Rp/9, şi închiderea robinetului pneumatic V/10, care secţionează conducta de gaz tehnologic. Releul pneumatic Rp/12 acţionat de tija ventilului V/10 va comanda punerea în funcţiune a instalaţiei pneumatice de semnalizare acustică.

Instalaţia este prevăzută cu protecţie şi în cazul lipsei gazului de comandă. Cînd lipseşte gazul de comandă ventilele pneumatice V/10, V/11 se închid, instalaţia se opreşte şi prin

Elementele de automatizare propuse sînt simple, sigure în funcţionare, adecvate condiţiilor în care lucrează sondele de gaze şi pot fi procurate de pe piaţa internă.

**Automatizarea încălzitorului folosit la instalaţiile de uscare gaze (3)**

La acest tip de încălzitor se introduce tot un nivel tehnologic de automatizare, care îndeplineşte aceleaşi funcţiuni ca la încălzitorul de gaze montat la sonde. Elementele şi aparatura de automatizare pot fi atît electrice, cît şi pneumatice, deoarece instalaţia de uscare gaze se amplasează în centrul de activitate al schelei. Nivelul de automatizare se prezintă în schema din figura 5.

Bucla de reglare a temperaturii gazului tehnologic se realizează în trei alternative :

— regulator de temperatură, simbol TIC/1, caracteristică P, folosind ca energie auxiliară gazul din conductă ;

— regulator direct de temperatură, caracteristică P, fără energie auxiliară ;

— regulator electronic continuu cu caracteristică PI.

Încălzitorul se echipează cu aparate de măsură în punctele cele mai importante, şi anume ;

— pe conducta de gaz tehnologic, pentru măsurarea presiunii (PI/3), măsurarea debitului (FR/4) şi măsurarea temperaturilor de intrare şi ieşire (TR/2) ;

— pe conducta de gaz combustibil, pentru măsurarea presiunii (PI/5) ;

— în camera de ardere sub serpentină şi la coş, pentru măsurarea temperaturii (TR/2).

Protecţia în cazul întreruperii accidentale a gazului combustibil este asigurată prin intermediul dispozitivului de siguranţă DS/6.

— Schemele şi aparatele adoptate realizează o siguranţă mărită în funcţionare, fără personal permanent de supraveghere, în condiţiile speciale în care sînt puse să lucreze.

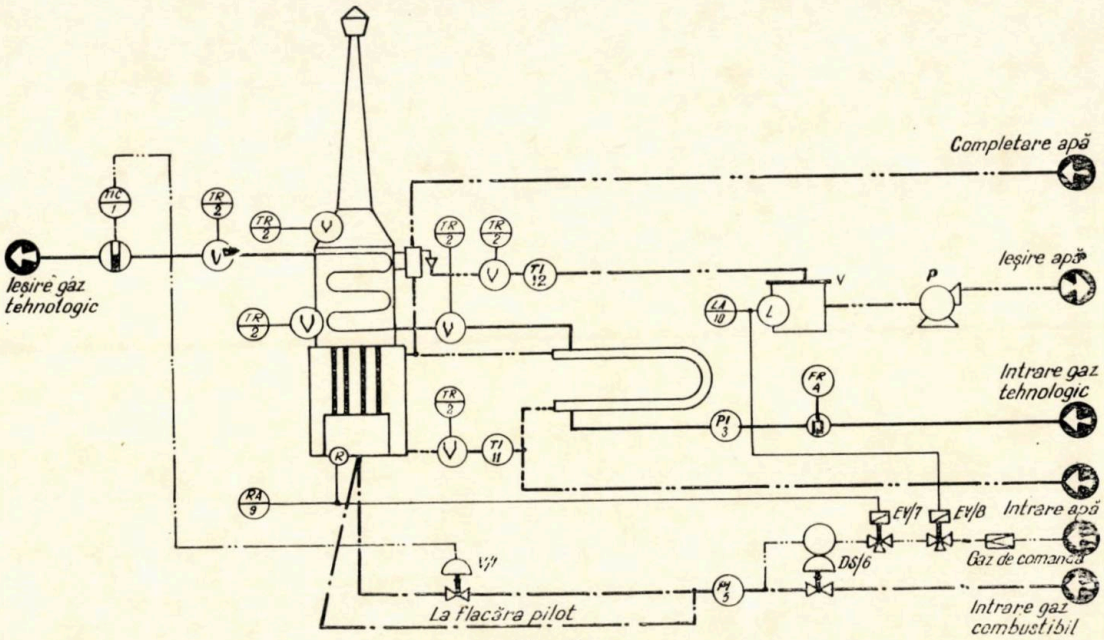



Fig. 5

Prin intermediul supraveghetorului de flacără RA/9, a semnalizatorului LA/10 şi a electrovalvelor Ev/7 şi Ev/8, dispozitivul DS/6 se închide în cazurile cînd flacăra se stinge şi cînd nivelul de apă în vasul V scade sub limita prestabilită. La închiderea dispozitivului de siguranţă montat pe conducta de gaz combustibil cazanul se opreşte şi, simultan, se transmite un semnal optic şi acustic la punctul de control. Dispozitivul de siguranţă se deblochează numai manual, după ce operatorul a luat toate măsurile de reaprindere a focului.

## Concluzii

— Automatizarea încălzitoarelor de gaze naturale descrise se realizează în întregime cu aparatură fabricată sau în curs de fabricaţie în ţară, eliminînd în întregime importul.

— Nivelul de automatizare introdus măreşte capacitatea sistemului de extracţie prin reducerea opririlor la sonde, reduce preţul de cost prin reducerea consumului de gaz combustibil, prin producţia suplimentară de gaz extrasă, prin reducerea personalului de exploatare şi prin eliminarea numărului de reparaţii.

## BIBLIOGRAFIE


1. Vasilescu, C. A., Svoronos, P, şi Pisner, V. Exploatarea raţională a gazelor naturale Ed ARSR, 1963, p. 51—53
2. Kotlear, I. IA. şi Pîleac, V. M. Exploataţia magistralnîh gazoprovodov NEDRA, 1967, p. 21—29.
3. * * * STE Asimilări şi adaptări de aparatură în vederea automatizării încălzitoarelor de gaze naturale. Arhiva ICPTG—Ploieşti. nr. 11441, 1970

# INFLUENŢA UNOR FACTORI FIZICI ASUPRA COROZIUNII PROVOCATE DE APELE SĂRATE ÎN SCHELELE PETROLIFERE

**Al. Constantinescu**

În schelele petrolifere, coroziunea este provocată, în special, de prezenţa şi vehicularea apelor sărate reziduale, injectate în strat pentru procesul de recuperare secundară sau pentru evitarea poluării apelor de suprafaţă. Agresivitatea acestor ape se datoreşte conţinutului ridicat de săruri, în special cloruıilor, bioxidului de carbon, iar uneori şi prezenţei hidrogenului sulfurat. Apele ce însoţesc ţiţeiul ies din strat lipsite de oxigen, însă în urma contactului cu atmosfera dizolvă şi acest element corosiv.

Intensitatea distrugerilor prin coroziune pe care le provoacă apa asupra utilajelor este, însă, puternic influenţată de factori fizici, ca : temperatura, viteza de curgere şi presiunea. Influenţa cantitativă depinde de compoziţia chimică a mediului şi de natura metalului. Stabilirea mecanismului de acţiune a factorilor ce influenţează viteza de coroziune este necesară în şantiere, pentru stabilirea unor metode economice de protecţie anticorosivă.

### Reacţiile de coroziune a fierului în apele sărate

Coroziunea fierului în contact cu apa este de natură electro-chimică. Pe suprafaţa metalului, datorită neomogenităţii materialului, datorită incluziunilor de oxizi din timpul laminării, depunerilor neuniforme de produşi de coroziune etc., apar mici microzone, cu potenţiale electrice diferite. Metalul de pe zonele anodice are tendinţa să treacă în soluţie sub formă de ioni de fier, iar electronii se deplasează spre zonele catodice. Pe suprafaţa acestor micropile au loc reacţiile electrochimice de coroziune. Zonele anodice de la care pleacă ionii de fier se corodează, iar cele catodice, de unde trec electronii în soluţie, vor fi protejate. Orice factor care va împiedica trecerea curentului electric, deci consumul de electroni, va micşora viteza de coroziune. De mărimea şi modul cum se modifică potenţialul acestor micropile va depinde într-o oarecare măsură şi caracterul coroziunii, astfel, aceasta poate fi uniformă sau localizată, uneori chiar sub forma unor puncte mici (pitting), care pot produce chiar perforarea peretelui metalic. (fig. 1).

Electronii care migrează prin metal către catod reacţionează aici în mod variabil, în funcţie de valoarea *p*H-ului şi conţinutul de oxigen.

$$Fe = Fe^{++} + 2e \quad (1)$$

$$2e + 2H^{+} = 2H = H_2 \quad (2)$$

$$2e + 2H^{+} + 1/2\ O_2 = H_2O \quad (3)$$

$$2e + H_2O + 1/2\ O_2 = 2OH^{-} \quad (4)$$

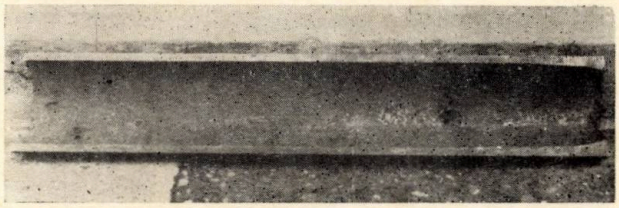


Fig. 1

Consumul de electroni strică echilibrul dintre ionii de fier şi suprafeţele anodice şi o nouă cantitate de ioni de fier trec în soluţie. Pe de altă parte, ionii de hidroxil liberi $(OH)^{-}$ formaţi la catod reacţionează cu ionii feroşi, pentru a forma hidroxidul feros, care se precipită şi care poate constitui o protecţie uşoară împotriva coroziunii. În prezenţa unei cantităţi mai mari de oxigen, hidroxidul feros se oxidează pînă la oxidul feric hidratat, care este principalul component al coroziunii fierului :

$$Fe^{++} + 2(OH^{-}) = Fe\,(OH)_2 \quad (5)$$

$$6Fe(OH)_2 + O_2 = 4H_2O + 2Fe_3O_4H_2O \quad (6)$$

Rezultă că viteza de coroziune a fierului în soluţii sărate neutre depinde de cantitatea de oxigen care poate ajunge la suprafaţa acestuia. Reducerea oxigenului la catod şi reacţiile ce rezultă se produc succesiv. Desfăşurarea lor depinde, mai ales, de viteza de difuziune a oxigenului la suprafaţa metalului, absorbţia acestuia, şi apoi reducerea pe suprafeţele catodice. De aceea, orice factori care acţionează asupra transferului de oxigen din atmosferă în soluţie şi transportul acestuia prin mediu, cum sînt : convecţia sau agitaţia, vor accelera viteza de coroziune a fierului.

**Influenţa temperaturii.** Temperatura măreşte sensibil viteza de coroziune. În sistem închis, creşterea este continuă, în sistem deschis, este posibil ca de la o anumită temperatură 50—60°C, variaţia vitezei de creştere să capete o pantă mai mică, fie datorită eliminării ga-

zelor dizolvate, fie datorită formării unor depuneri mai abundente de produşi de precipitare, în special de săruri de calciu, care în urma degajării bioxidului de carbon trec în forme insolubile [7, 8]. După rezultatele obţinute în laborator şi în şantier rezultă că temperatura maximă ce poate fi admisă pentru apele sărate vehiculate este de circa 50°C. Peste această valoare întreţinerea utilajelor devine extrem de neeconomică. Astfel, variaţia vitezei de coroziune în funcţie de temperatură are forma unei ecuaţii liniare pînă la 30—35°C, după care capătă un aspect exponenţial. În intervalul de temperatură de 30—60°C, viteza de coroziune în cazul apelor reziduale sărate creşte de 2—3 ori.

Pe suprafaţa metalului introdus într-o soluţie de săruri, în urma reacţiilor cu oxigenul iau naştere o serie de produşi, care vor fi reprezentaţi prin amestecuri în diferite proporţii de: $FeO(OH)$; $Fe_3O_4$; $Fe(OH)_2$ şi $Fe_2O_3$. Într-un sistem static aceştia rămîn pe suprafaţa metalului şi îngreuiază difuziunea oxigenului, micşorînd astfel viteza de coroziune [5]. O temperatură ridicată, datorită unor diferenţe între coeficienţii de dilataţie termică, favorizează apariţia fisurilor în peliculele protectoare formate, ceea ce uşurează pătrunderea mediului agresiv la suprafaţa metalului proaspăt. Temperatura acţionează nefavorabil şi asupra eficacităţii inhibitorilor de coroziune. Cei mai mulţi inhibitori, peste 40°C îşi pierd complet eficacitatea, iar alţii trebuie folosiţi în concentraţii mai mari, devenind astfel neeconomic de utilizat. Efectul unor alţi factori fizici, ca: viteza de circulaţie şi presiunea, va fi şi mai distrugător asupra utilajului la temperaturi ridicate.

Apare astfel evident că o scădere a temperaturii apelor reziduale sărate vehiculate în şantierele petroliere va duce la o micşorare a defecţiunilor provocate prin coroziune. În anumite şantiere, temperatura este însă ridicată datorită faptului că aceste ape provin din zăcăminte mai adînci, alteori este necesară o încălzire puternică pentru dezemulsionarea unor ţiţeiuri mai greu de separat. Pentru răcirea unor astfel de ape nu este recomandabilă depozitarea lor în rezervoare sau bazine deschise, în primul rînd fiindcă ar fi necesar spaţii mari, şi în al doilea rînd pentru faptul că răcirea ar uşura dizolvarea oxigenului din atmosferă, solubilitatea lui crescînd o dată cu scăderea temperaturii sub 50 °C. O soluţie recomandabilă pentru micşorarea temperaturii apelor reziduale din schelele petroliere ar putea-o constitui următorul experiment efectuat la o staţie de injectare a acestor ape, unde temperatura medie a apei era de 45°C, iar debitul corespunzător de 3 000 $m^3$/zi era pompat pe o conductă de 200 mm, la o distanţă de 3 km. Această conductă a funcţionat iniţial îngropată, astfel că temperatura între cele două puncte era practic aceeaşi. Fiind necesară înlocuirea conductei datorită uzurii, s-a proiectat montarea ei la suprafaţa solului. Pentru a nu se scoate o suprafaţă de teren din circuitul agricol, s-a folosit cursul unei văi din apropierea staţiei. Montarea conductei s-a făcut imediat deasupra solului, la circa 0,5 m. Pentru lungimea de 3 500 m şi diametrul de 200 mm a rezultat o suprafaţă de răcire de 2 500 $m^2$, obţinîndu-se o răcire medie de 10—15°C. La o astfel de răcire, care pe timp de iarnă a fost şi mai accentuată, viteza de coroziune s-a micşorat cu aproximativ 60—70%. Instalarea conductei la suprafaţa solului a eliminat şi necesitatea izolaţiei anticorosive exterioare. De asemenea, intervenţiile pentru separaţii au devenit mai puţin costisitoare, iar operaţiile de sudare s-au putut efectua mai bine.

**Influenţa vitezei de circulaţie a mediului agresiv.** Influenţa acestui factor este puternică şi este legată de îndepărtarea mecanică a produşilor de coroziune şi de aportul agenţilor corosivi la suprafaţa metalului. În funcţie de gradul de turbulenţă poate apărea, însă, şi efectul unor acţiuni mecanice de distrugere a metalului. Pe utilajele distruse prin coroziunea unor medii agresive în mişcare nu se poate distinge rolul cantitativ al acţiunii agenţilor chimici şi al efectului mecanic de eroziune [1]. Acţiunea distructivă a acestor factori poate avea un caracter aditiv sau sinergetic. Influenţa gradului de turbulenţă a mediului asupra distrugerilor prin coroziune poate fi pus în evidenţă într-un şantier prin montarea unor epruvete metalice în diferite puncte. Valori de cîteva zeci de ori mai mari se obţin pentru epruvetele fixate pe conducte, faţă de cele din rezervoarele de depozitare. De asemenea, chiar pe aceeaşi conductă, în funcţie de locul unde s-a efectuat măsurarea vitezei de coroziune, de exemplu: curbe, porţiuni drepte, apropierea ventilelor etc., apar deosebiri. Aceste diferenţieri se datoresc efectului produs, mai ales, prin turbulenţa provocată de curgerea lichidului. Diferenţele observate sînt cu mult mai mari decît cele care ar putea rezulta prin variaţia unor agenţi chimici agresivi (conţinut de săruri, bioxid de carbon, oxigen, hidrogen sulfurat) ce pot apare într-un sistem static. Studiile cantitative privind variaţia vitezei de coroziune în funcţie de gradul de turbulenţă provocat prin circulaţia fluidului agresiv au stabilit că există o viteză critică pentru fiecare caz-aliaj şi compoziţia mediului — peste care distrugerile asupra utilajelor sînt foarte grave (fig. 2).

**Determinări experimentale.** În laborator se studiază, de obicei, mecanismul coroziunii în sistem static, urmărind, mai ales, influenţa temperaturii şi a compoziţiei mediului agresiv. Însă şi în cazurile cînd se fac determinăr

de laborator în sistem dinamic, rezultatele obținute au mai mult un caracter calitativ, condițiile de circulație din instalațiile industriale fiind greu de măsurat și, mai ales, de reprodus.

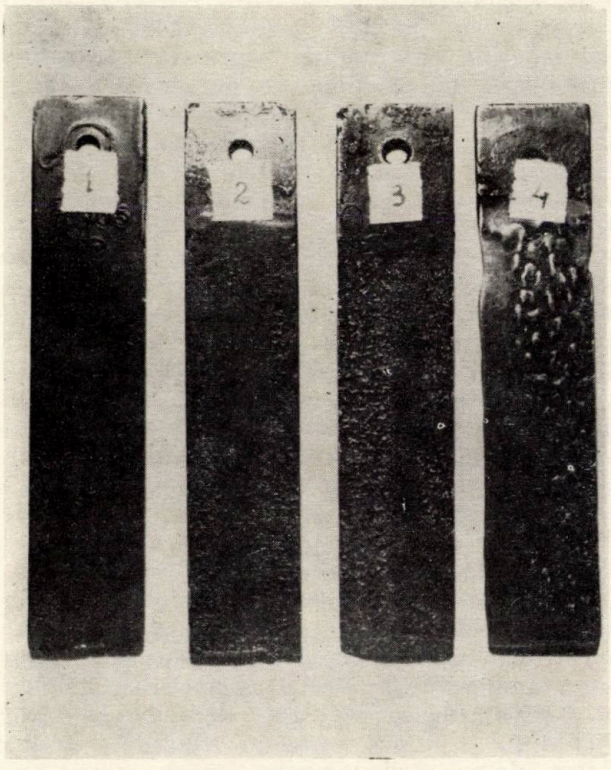



Fig. 2

Pentru stabilirea unor valori cantitative privind efectul turbulenței asupra vitezelor de coroziune a oțelului carbon utilizat la confecționarea conductelor, s-a făcut o serie de determinări, ale căror rezultate sînt prezentate

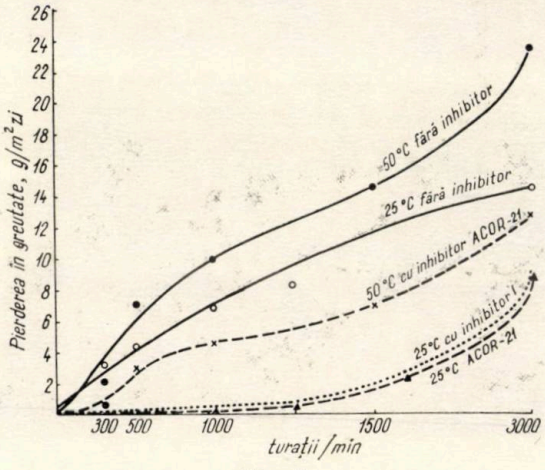



Fig. 3

în figura 3. Mediul agresiv utilizat pentru aceste determinări a fost o soluție de 10% clorură de sodiu puternic aerată, temperaturile de experimentare fiind de 25 și 50 °C, iar durata de 40 de ore. Determinările vitezelor de coroziune au fost efectuate prin metoda pierderii în greutate, iar pentru stabilirea eficienței unor inhibitori s-a utilizat metoda măsurării variației rezistenței electrice a unor benzi metalice subțiri. Această metodă realizează o micșorare a volumului de lucru necesar experimentării, însă prezintă dezavantajul că nu poate da indicații asupra aspectului coroziunii, adică dacă aceasta este uniformă, localizată, sau sub formă de ciupituri. Agitarea în timpul determinărilor s-a obținut cu un agitator-elice, rotit prin transmisie de un electromotor monofazat asincron, modificarea turațiilor efectuîndu-se prin schimbarea șaibelor de transmisie.

În figura 3 sînt trecute și rezultatele de protecție a unor inhibitori pentru diferite grade de turbulență. ACOR—21 reprezintă un inhibitor pe bază de amine, care se fabrică în țară și se utilizează în șantierele de petrol pentru medii sărate. Un produs de import recomandat pentru aceleași medii este notat cu denumirea de Inhibitor. Eficiențele obținute cu cele două produse sînt apropiate.

**Coroziunea prin șoc. Cavitația.** Pe epruvete utilizate în experimentele redate în figura 3 s-a observat, la turații de peste 1 500 rot./min, o coroziune localizată pe suprafețele ce primesc direct acțiunea curentului de apă. De aceea, se folosește pentru acest aspect termenul de coroziune prin „șoc" sau „atac frontal". Fenomenul apare cu atît mai intens, cu cît viteza fluidului este mai mare, iar suprafața expusă este perpendiculară față de direcția de curgere (fig. 5) Trebuie observat că din punctul de vedere al pierderii de metal, repartizat la suprafața totală a epruvetei, diferențierile sînt mai mici decît tendința de localizare a atacului [3]. Pentru utilajele dintr-un șantier, astfel de fenomene sînt însă foarte grave, deoarece o perforare a peretelui conductei duce la oprirea întregii instalații.

Astfel de coroziuni provocate de izbirea suprafeței metalice de fluidul agresiv în mișcare se observă frecvent în instalațiile industriale. Ele pot fi provocate chiar și de circulația gazelor, atunci cînd conțin agenți corosivi, mai ales în prezența picăturilor condensate. Astfel, în stațiile de dezbenzinare, la intrarea gazelor bogate în condensatoarele tubulare, în zona de izbire a țevilor răcitoare, mai ales cînd conținutul de oxigen este ridicat, se observă frecvent un astfel de atac prin șoc [4]. De asemenea, pe conductele prin care sînt pompate apele sărate, apar astfel de coroziuni la modificări ale direcției de curgere (curbe, coturi, teuri), strangulări prin ventile sau modificări ale secțiunii de trecere. Aceste fenomene se manifestă în cazul vitezelor foarte mari de curgere, chiar la denivelări mai mici ale supra-

feţelor metalice, cum sînt locurile de îmbinare prin sudură. În acest caz, fenomenul poate fi accentuat şi prin apariţia unor diferenţe de potenţial provocate în cazul utilizării unor

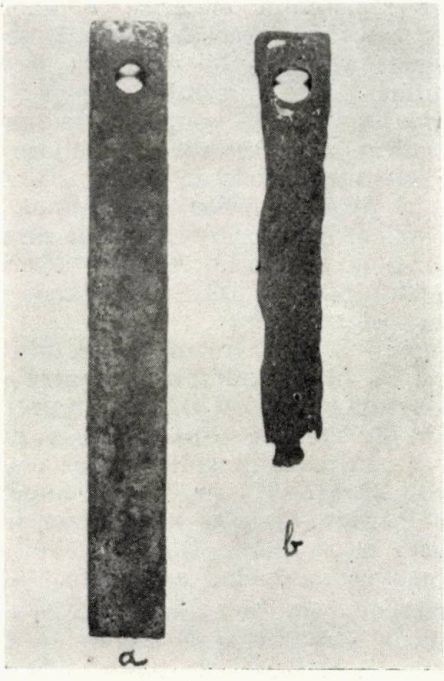



Fig. 4

electrozi de sudură, dintr-un aliaj diferit de cel al metalului ce se îmbină sau datorită

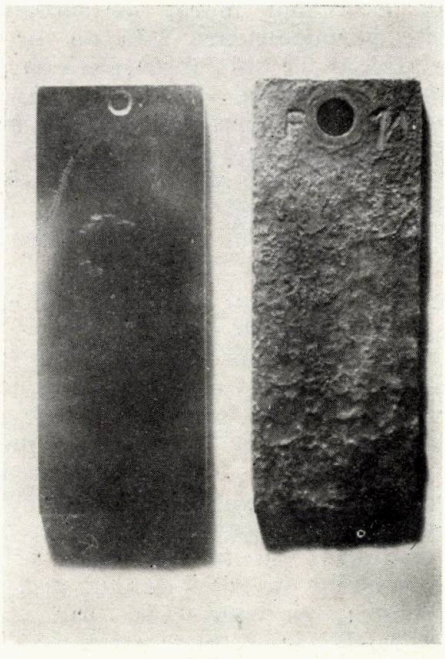


Fig. 5

tensiunilor termice. Distrugerile de coroziune prin izbire sînt agravate în şantierele de petrol şi din cauza utilizării pompelor cu piston, ale căror pulsaţii favorizează şi alte forme de apariţie a coroziunii, de exemplu, aceea provocată de cavitaţie. Distrugerile provocate prin aceste fenomene au un aspect neregulat, cu adînciturі specifice în peretele metalic, şi sînt o consecinţă a efectului hidromecanic de cavitaţie în lichidul înconjurător, combinat cu reacţiile chimice de coroziune. Eroziunea provocată de cavitaţie se datoreşte spargerii bulelor de vapori din masa fluidului, pe suprafaţa metalului. Cavitaţiile se produc datorită faptului că presiunea statică devine inferioară tensiunii de vapori a lichidului, fenomenul fiind favorizat şi de schimbările în direcţia de curgere şi de pulsaţiile fluidului produse, mai ales, de pompele cu piston. Natura lichidului este hotărîtoare asupra intensităţii distrugerii prin cavitaţie ale suprafeţei metalului. În lichidele ionice în care au loc reacţii de coroziune electrochimică, fenomenele de cavitaţie produc distrugeri mai mari, decît în cazul mediilor neionice. Cu cît presiunea sistemului este mai ridicată, cu atît mai mare poate fi viteza de circulaţie a lichidului, fără a avea loc formarea bulelor prin cavitaţie. De aceea, distrugerile prin cavitaţie sînt mai puternice pe conductele de tr.gere a pompelor cu piston, decît pe cele de împingere. S-a mai constatat că intensitatea distrugerilor prin cavitaţie creşte cu temperatura. Peste o anumită valoare a temperaturii, însă, care depinde de natura lichidului şi de presiunea din conductă, intensitatea deteriorărilor poate scădea, aceasta datorîndu-se, probabil, creşterii presiunii de vapori a mediului [8].

**Influenţa presiunii.** Mecanismul de acţiune a presiunii nu este atît de bine clarificat ca cel al temperaturii şi al vitezei de circulaţie. Creşterea presiunii măreşte solubilitatea ga-

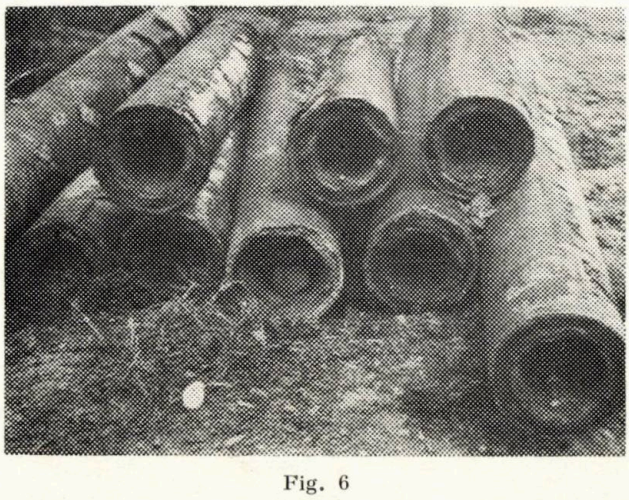


Fig. 6

zelor agresive : $O_2$, $H_2S$, $CO_2$. Intensificarea puternică a coroziunii se observă la acţiunea simultană a temperaturii şi presiunii [9]. Presiunile înalte ridică probleme de etanşare

(presetupe, supape, ventile) a elementelor de pompare. De asemenea, provoacă în instalaţie tensiuni puternice, care pot produce ruperea mecanică a unor părţi mai uzate, apărute uneori printr-o acţiune corosivă. În unele şantiere

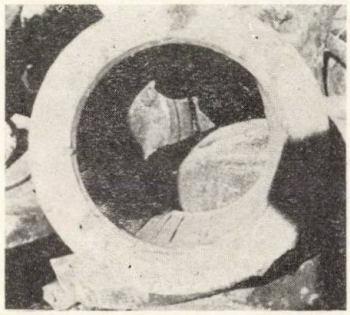


Fig. 7

s-a constatat că presiunile erau foarte ridicate, datorită unor depuneri de cruste, care strangulaseră în timp secţiunile de trecere a conductelor. Deoarece depunerile s-au produs într-un timp relativ mai lung, fenomenul a fost neglijat, suplinindu-se micşorarea secţiunii prin ridicarea presiunii unităţilor de pompare : astfel încît numai după spargeri repetate s-a putut stabili cauza reală a defecţiunilor (fig. 6).

**Abraziunea.** Într-un studiu asupra mecanismului de coroziune, nu se ţine seamă de abraziunea produsă de suspensiile solide conţinute de fluidele în mişcare. Pentru activitatea şantierelor, acest aspect este deosebit de important, efectul acestei acţiuni asupra deteriorărilor prin coroziune fiind foarte grav [6]. Există norme care limitează conţinutul de suspensii solide din lichidele vehiculate, ele fiind îndepărtate prin decantare şi filtrare [10]. Influenţa suspensiilor mecanice asupra distrugerilor utilajelor poate fi ilustrat de următoarele observaţii efectuate în şantier. Pe o conductă cu diametrul de 150 mm şi o lungime de 4 km, pe care se transportă circa 1 200 $m^3$ apă sărată/zi, s-au efectuat măsurători ale vitezei de coroziune la cele două capete. Rezultatele obţinute au indicat o valoare cu aproximativ 30% mai mare la capătul dinspre zona de sosire a apei reziduale. De asemenea, epruvetele folosite în această extremitate aveau o suprafaţă foarte rugoasă. S-au controlat poziţiile punctelor de fixare a epruvetelor şi s-au eliminat diverse ipoteze privind unii factori, ca : turbulenţa sau temperatura, ce ar fi putut produce această diferenţă. S-a putut stabili astfel că apa reziduală în urma unui conţinut ridicat de bicarbonaţi de calciu, în pauzele dintre pompări, avea tendinţa de precipitare a carbonului de calciu, care era apoi antrenat de fluidul în mişcare, dînd naştere unor abraziuni mai intense spre extremitatea conductei. Altă observaţie privind rolul acţiunilor de abraziune asupra coroziunii utilajelor din şantiere s-a făcut la o instalaţie de dezaerare a apelor reziduale prin stripare cu gaze naturale de schelă. Viteza de coroziune a acestor ape, măsurată la ieşirea din coloană, scădea pe măsură ce conţinutul de oxigen rezidual din apele stripate era mai mic. Pentru a se obţine o eliminare foarte înaintată a conţinutului de oxigen, s-au efectuat stripări ale acestor ape, cu raţii foarte mari de gaze-apă. În aceste condiţii, datorită unei antrenări mai mari şi a bioxidului de carbon din apa tratată, a apărut tendinţa de precipitare a carbonatului de calciu, care producea o acţiune abrazivă a epruvetelor montate la ieşirea din coloană. De aceea, viteza de coroziune măsurată în aceste puncte era mai accentuată, cu toate că conţinutul de oxigen era mai scăzut. Acest exemplu confirmă faptul că o apă mai puţin corosivă, datorită unui conţinut de suspensii solide, poate produce, totuşi, uzuri intense pe conducte şi la unităţile de pompare (fig. 7).

## Concluzii

Agresivitatea apelor reziduale din schelele petroliere depinde de conţinutul de săruri şi gaze agresive, mai ales de cantitatea de bioxid de carbon, hidrogen sulfurat şi oxigen dizolvat în urma contactului cu atmosfera.

Efectul corosiv asupra utilajelor este agravat mult de acţiunea temperaturii şi a vitezei de curgere. Printr-o proiectare judicioasă şi aplicarea unor măsuri tehnologice, se poate micşora rolul acestor factori. O dată cu micşorarea influenţei acestor factori fizici asupra distrugerilor utilajelor metalice, se îmbunătăţeşte şi efectul aplicării unor procedee clasice de combatere a coroziunii, cum sînt : inhibitorii, folosirea de lacuri sau răşini, eliminarea oxigenului dizolvat etc.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Akimov, K.A. Theorie et Methodes d' essais de la Corrosion des Metaux, Dunod Paris, 1957.
2. Constantineascu, Al. Petrol şi Gaze, nr. 10, noiemb. 1970, p. 356.
3. Evans, U. E. The Corrosion and oxidation of metals, London, 1960.
4. Hutter, H. Erdöl und Kohle-Erdgas-Petrochimie, nr. sept. 1970, p. 619.
5. Lepin, K. L. Lochenbach, K. A. şi Vaivede. I. A. The 4 th International Congres on Metallic Corrosion. 7—14 sep. Amsterdam 1969.
6. Orlowski, P. Corrosion Traitements **18**, nr. 5, aug• sept. 1970, p. 357—358.
7. Shreir, L. L. Editor — Corrosion **I**, London, 1963.
8. Uhling. H.H. Corrosion Handboock. J. Willey a. Sons, N. Y. 1948.
9. Whuiter, P. Le petrole. Raffinage et genie chimique.
10. Wilson. C.L. Maintenance Engineering, **9**, nr. 14, sept. Anglia 1970, p. 38.

# Algoritmul şi optimizarea calculului de rezistenţă al sistemului de ancoraj pentru aparatura şi recipientele cilindrice montate vertical

Şt. Teodorescu

Datorită, pe de o parte, sistemului de fixare în consolă, iar, pe de altă parte, caracteristicelor proprii ale solicitărilor, calculul sistemului de ancoraj al aparatelor şi recipientelor montate vertical prezintă unele aspecte speciale.

Puţinele metode de calcul întîlnite în literatură sînt în exclusivitate metode de calcul grafico-analitice de verificare, în aplicarea cărora, după cunoştinţa autorului, sînt folosite metode de calcul clasice. Cele mai cunoscute sînt metodele Zebé, Wichman şi Kromek.

În acest articol se consideră metoda de calcul Wichman, pentru care se stabileşte un algoritm de calcul de dimensionare, se întocmesc schema logică şi programul în limbaj FORTRAN pentru efectuarea calculelor pe maşini electronice automate de calcul, aflate în dotare de masă în R.S. România. Metoda de calcul este exemplificată printr-un exemplu şi concluzionată.

## 1. ALGORITMUL CALCULULUI

Algoritmul calculului sistemului de ancoraj include următoarele etape: determinarea elementelor dimensionale şi de rezistenţă pentru inelul de sprijin în funcţie de diametrul coloanei, calculul deplasării axei neutre în raport cu axa de simetrie sub acţiunea solicitărilor prin forţe centrice şi momente încovoietoare, calculul forţei maxime din şurubul cel mai solicitat în condiţiile alegerii pasului şi al determinării prin calcul a diametrului circumferinţei de repartiţie, calculul diametrelor slăbite necesare şi standardizate a şuruburilor şi, în final, stabilirea dimensiunilor celorlalte elemente componente ale sistemului de ancoraj, în funcţie de diametrul şurubului standardizat.

Întregul algoritm se stabileşte etapizat, după cum se arată în paragrafele ce urmează.

### 1.1. Calculul eforturilor unitare de reacţiune extreme ($\sigma_m$ şi $\sigma_M$) dezvoltate în secţiunea de sprijinire inel-fundaţie, a excentricităţii ($e$) şi a unghiului de deplasare a axei neutre ($\alpha$)

*Expresiile eforturilor unitare de reacţiune extreme*

Considerînd solicitările ce acţionează asupra aparatelor şi recipientelor cilindrice montate vertical şi aplicînd principiul suprapunerii efectelor, eforturile unitare de reacţiune extreme se determină cu formulele:

$$|\sigma_m| = |+\sigma_i| - |-\sigma_c| = \frac{M}{W_i} - \frac{Q}{F_i} \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad \text{a)} \tag{1}$$

$$|-\sigma_M| = |-\sigma_i| + |-\sigma_c| = \frac{M}{W_i} + \frac{Q}{F_i} \text{ (kgf/cm}^2\text{,} \quad \text{(b)}$$

în care:

$|-\sigma_M|$ este efortul unitar extrem de reacţiune real dezvoltat în zona comprimată, kgf/cm²;

$|+\sigma_m|$ — efortul unitar extrem de reacţiune imaginar dezvoltat în zona întinsă, kgf/cm²;

$|\pm\sigma_i|$ — efortul unitar de încovoiere din moment încovoietor, kgf/cm²;

$|-\sigma_c|$ — efortul unitar de compresiune din forţa centrică, kgf/cm²;

$Q$ — forţa centrică egală fie cu $Q_2$ (greutatea maximă în condiţii de regim), fie cu $Q_1$ (greutatea minimă în condiţii de montaj), kgf;

$M$ — momentul încovoietor egal fie cu $M_2$(momentul încovoietor maxim — eolian sau seismic—în condiţii de regim), fie cu $M_1$ (momentul încovoietor maxim în condiţii de montaj), kgf.cm;

$F_i$ — suprafaţa inelului de sprijin, cm²;

$W_i$ — modulul rezistent al inelului de sprijin, cm³.

De remarcat că în calculul mărimilor $|+\sigma_m|$ şi $|-\sigma_M|$ se consideră unul din parurile ($Q_1$, $M_1$) sau ($Q_2$, $M_2$), şi anume acela care dă pentru $|+\sigma_m|$ valoarea cea mai mare.

*Determinarea mărimilor de calcul de rezistenţă al inelului $F_i$ şi $W_i$*

*— Diametrele exterior şi interior ale inelului. Coeficienţi*

În conformitate cu [1], diametrele interior ($D_{ii}$) şi exterior ($D_{ei}$) ale inelului se determină în funcţie de diametrul coloanei ($D$) şi de doi coeficienţi de proporţionalitate ($K_i$ şi $K_e$) dintr-o nomogramă reticulară.

Ținînd seama de alura și de valorile caracteristice ale curbelor, ecuațiile coeficienților $K_i$ în $K_e$ sînt:

— Pentru domeniul $0{,}8 < D \leqslant 2{,}6$ (m)

$$K_i = 2{,}770 \cdot D \cdot 10^{-2} + 0{,}877\ (-) \quad a) \qquad (2)$$

$$K_e = -\ 7{,}500 \cdot D \cdot 10^{-2} + 1{,}255\ (-) \quad b)$$

— Pentru domeniul $2{,}6 < D \leqslant 10$ (m)

$$K_i' = 0{,}450 \cdot D \cdot 10^{-2} + 0{,}944\ (-) \quad a) \qquad (3)$$

$$K_e' = -0{,}450 \cdot D \cdot 10^{-2} + 1{,}076\ (-) \quad b)$$

Rezultă că, ținînd seama de ecuațiile (2) și (3), diametrele interior și exterior ale inelului se pot exprima în funcție de diametrul coloanei și de coeficienți cu formulele:

— Pentru domeniul $0{,}8 < D \leqslant 2{,}6$ (m)

$$D_{ii} = D \cdot K_i \quad a) \qquad (4)$$

$$D_{ei} = D \cdot K_e \quad b)$$

— Pentru domeniul $2{,}6 < D \leqslant 10$ (m)

$$D_{ii} = D \cdot K_i' \quad a) \qquad (5)$$

$$D_{ei} = D \cdot K_e' \quad b)$$

*Suprafața inelului de sprijin* ($F_i$)

Se determină cu formula directă:

$$F_i = 0{,}785\,(D_{ei}^2 - D_{ii}^2) \cdot 10^4\ (\text{cm}^2) \qquad (6)$$

în care:

$D_{ei}$ și $D_{ii}$ sînt diametrele exterior și interior ale inelului, exprimate în (m):

Înlocuind pe $D_{ei}$ și $D_{ii}$ conform (5, ab) și (4 ab), ecuația (6) devine:

— Pentru domeniul $0{,}8 < D \leqslant 2{,}6$

$$F_i = 0{,}785 \cdot D^2 \cdot (K_e^2 - K_i^2) \cdot 10^4\ (\text{cm}^2) \quad a) \qquad (7)$$

— Pentru domeniul $2{,}6 < D \leqslant 10$

$$F_i = 0{,}785\ D^2\ (K_e'^2 - K_i'^2)\ 10^4\ (\text{cm}^2).\ b)$$

*Modulul rezistent al inelului de sprijin*

Se determină cu formula directă:

$$W_i = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D_{ei}^4 - D_{ii}^4}{D_{ei}} \cdot 10^6 \simeq \frac{D_{ei}^4 - D_{ii}^4}{D_{ei}} \cdot 10^5\ (\text{cm}^3) \qquad (8)$$

unde $D_{ei}$ și $D_{ii}$ sînt diametrele exterior și interior ale inelului, exprimate în (m).

Înlocuind pe $D_{ei}$ și $D_{ii}$ conform (5, a,b) și (4, a, b), ecuația (8) devine:

— Pentru domeniul $0{,}8 < D \leqslant 2{,}6$

$$W_i = \frac{K_e^4 - K_i^4}{K_e} \cdot D^3 \cdot 10^5\ (\text{cm}^3)\ a) \qquad (9)$$

— Pentru domeniul $2{,}6 < D \leqslant 10$

$$W_i = \frac{K_e'^4 - K_i'^4}{K_e'} \cdot D^3 \cdot 10^5\ (\text{cm}^3)\ b)$$

*Raza medie a inelului*

Se determină cu formula directă:

$$R_i = \frac{R_{ei} + R_{ii}}{2} \cdot 10^2 = \frac{D_{ei} + D_{ii}}{4} \cdot 10^2\ (\text{cm}) \qquad (10)$$

Înlocuind și în acest caz pe $D_{ei}$ și $D_{ii}$ conform (5, a,b) și (4, a, b) rezultă:

— Pentru domeniul $0{,}8 < D \leqslant 2{,}6$ (m)

$$R_i = D\,\frac{K_e + K_i}{4} \cdot 10^2\ (\text{cm})\ a) \qquad (11)$$

— Pentru domeniul $26 < D < 10$(m)

$$R_i = D \cdot \frac{K_e' + K_i'}{4} \cdot 10^2\ (\text{cm})\ b)$$

*Determinarea excentricității, e*

Considerînd notațiile din figura 1, se pot scrie succesiv relațiile:

$$\frac{|-\sigma_M|}{|+\sigma_m|} = \frac{m}{n} \quad a) \qquad (12)$$

$$m + n = D_{ei} \quad b)$$

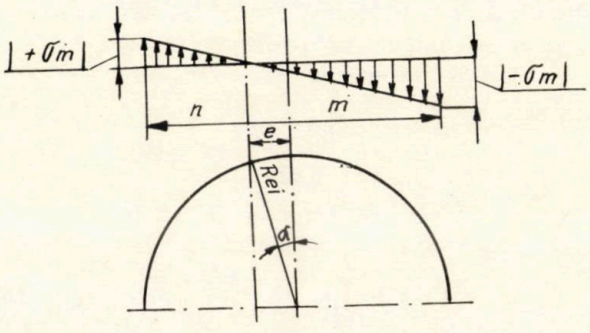



Fig. 1.

$$m = D_{ei} - n \quad c)$$

Înlocuind (12, c) în (12, a) se obține prin operații succesive:

$$\frac{|-\sigma_M|}{|+\sigma_m|} = \frac{D_{ei} - n}{n} \quad a)$$

$$n \cdot |-\sigma_M| = D_{ei} \cdot |+\sigma_m| - n \cdot |+\sigma_m| \quad b) \quad (13)$$

$$n(|\sigma_M| + |\sigma_m|) = D_{ei}\,|+\sigma_m| = 2R_{ei}|+\sigma_m| \quad (c)$$

$$n = \frac{2R_{ei} \cdot |+\sigma_m|}{|-\sigma_M| + |+\sigma_m|} \quad d)$$

$$e = R_{ei} - n$$

$$e = \frac{|-\sigma_M| - |+\sigma_m|}{|-\sigma_M| + |+\sigma_m|} \cdot R_{ei} \quad e)$$

Înlocuind în (13, *e*) pe $|-\sigma_M|$ şi $|+\sigma_m|$ conform (1, a, b), se obţine:

$$e = \frac{\frac{M}{W_i} + \frac{Q}{F_i} - \frac{M}{W_i} + \frac{Q}{F_i}}{\frac{M}{W_i} + \frac{Q}{F_i} + \frac{M}{W_i} - \frac{Q}{F_i}} \times R_{ei} \quad a) \quad (14)$$

care operat devine:

$$e = \frac{Q}{F_i} \times \frac{W_i}{M} \cdot R_{ei} \cdot (\mathrm{m}) \quad (b)$$

*Determinarea unghiului* $\alpha$

Conform figurii 1:

$$\frac{e}{R_{ei}} = \sin \alpha \quad a)$$

Înlocuind în (15,a) pe *e*, conform (14, b) se obţine:

$$\sin \alpha = \frac{Q \cdot W_i}{MF_i} \quad b) \quad (15)$$

Înlocuind în continuare pe $F_i$ şi $W_i$, conform (7, a, b) şi (9, a, b) se obţine în final:

— Pentru domeniul $0{,}8 < D \leqslant 2{,}6$

$$\sin \alpha = \frac{Q}{M} \cdot \frac{\frac{K_e^4 - K_i^4}{K_e} D^3 \cdot 10^5}{0{,}785(K_e^2 - K_i^2)D^2 10^4} =$$

$$= 127{,}50 \frac{Q}{M} \cdot D \cdot \frac{K_e^4 - K_i^4}{K_e} \quad a) \quad (16)$$

— Pentru domeniul $2{,}6 < D \leqslant 10$

$$\sin \alpha = 127{,}50 \frac{Q}{M} D \frac{K_e'^4 - K_i'^4}{K_e'} \quad b)$$

Unghiul $\alpha$ se determină în final cu formulele:

— Pentru domeniul $0{,}8 < D \leqslant 2{,}6$

$$\alpha = \arcsin 127{,}50 \frac{Q}{M} D \frac{K_e^4 - K_i^4}{K_e} \quad a) \quad (17)$$

— Pentru domeniul $2{,}6 < D \leqslant 10$

$$\alpha = \arcsin 127{,}50 \frac{Q}{M} D \frac{K_e'^4 - K_i'^4}{K_e'} \quad b)$$

**1.2. Calculul distanţei $X_0$ de la axa de simetrie rectangulară pe direcţia de acţiune a momentului, la centrul de masă al solidului, de compresiune**

*Notaţii de calcul şi mărimi ajutătoare*

Notaţiile de calcul [2] sînt indicate în figura 2.

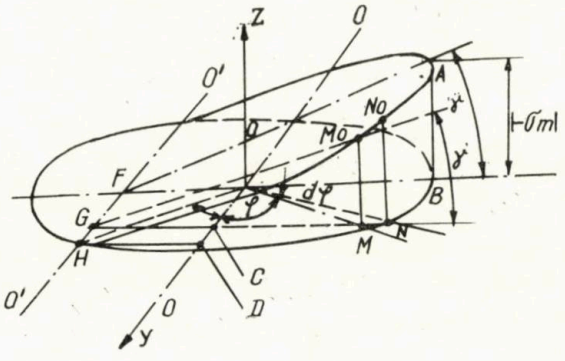



Fig. 2.

*Mărimile ajutătoare*

Mărimile semnificative ajutătoare se deduc pe considerente geometrice şi trigonometrice simple, după cum urmează:

— Din Δ. dr. $COM$ $\frac{\overline{CM}}{\overline{OM}} = \sin \varphi.$ a) (18)

* * * $\overline{CM} = \overline{OM} \sin \varphi = Ri \cdot \sin \varphi.$ b)

— Din Δ. dr. $ODH$ $\frac{\overline{DH}}{\overline{OH}} = \sin \alpha$ a) (19)

* * * $\overline{DH} = \overline{OH} \sin \alpha = Ri \sin \alpha$ b)

— Din Δ. dr. $ABF$ $\frac{\overline{AB}}{\overline{BF}} = \mathrm{tg}\,\gamma$ a) (20)

$\overline{AB} = \overline{BF} \cdot \mathrm{tg}\gamma = (\overline{OB} + \overline{OF})\mathrm{tg}\gamma = (R_i + e)\mathrm{tg}\,\gamma$ b)

* * * $|-\sigma_M| = (R_i + e)\mathrm{tg}\gamma$ c)

Conform figurii rezultă :

$$\overline{MG} = \overline{CM} + \overline{CG} \quad \text{a)}$$
$$\overline{MG} = \overline{CM} + \overline{DH} \quad \text{b)} \qquad (21)$$

Înlocuind pe $\overline{CM}$ conform (18,b) şi pe $\overline{DH}$ conform (19, b) relaţia (*21, b*) devine :

$$\overline{MG} = R_i \cdot \sin\varphi + R_i \cdot \sin\alpha = R_i(\sin\varphi + \sin\alpha) \quad \text{c)}$$

$$\text{Din } \Delta \cdot \text{dr} \cdot M_o MG \frac{\overline{M_o M}}{\overline{MG}} = \operatorname{tg}\gamma \quad \text{a)} \qquad (22)$$

$$\overline{M_o M} = Z = \overline{MG} \cdot \operatorname{tg}\gamma \quad \text{b)}$$

Înlocuind pe $\overline{MG}$ conform (21,c) ecuaţia (22,b) devine :

$$Z = R_i(\sin\varphi + \sin\alpha)\operatorname{tg}\gamma \quad \text{c)}$$

coordonatele punctelor $M$, $M_o$ :

$$M(x, y, o) \ldots M(R_i \cdot \cos\varphi, R_i \cdot \sin\varphi, O) \quad \text{a)} \qquad (23)$$
$$M_o(x, y, z) \ldots M_o(R_i \cdot \cos\varphi, \cdot$$
$$R_i \cdot \sin\varphi, R_i(\sin\varphi + \sin\alpha)\operatorname{tg}\gamma \quad \text{b)}$$

*Suprafaţa solidului de compresiune*

Se determină ţinînd seama de simetrie cu formula :

$$F = 2 \cdot \int_{-\alpha}^{\frac{\pi}{2}} z \cdot x \cdot y \cdot d\varphi \quad \text{a)} \qquad (24)$$

Ţinînd seama de formulele (23 a, b) ecuaţia (24, a) devine :

$$F = 2 \cdot \int_{-\alpha}^{\frac{\pi}{2}} \cdot R_i(\sin\varphi + \sin\alpha)\operatorname{tg}\gamma \cdot$$
$$\cdot R_i \cdot \cos\varphi \cdot R_i \cdot \sin\varphi \cdot d\varphi, \quad \text{b)}$$

care, integrată între limite, dă expresia :

$$F = R_i^3 \cdot \operatorname{tg}\gamma \left[\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) \cdot \sin\alpha + \cos\alpha\right] = R_i^3 \operatorname{tg}\gamma f(\alpha) \text{ c)}$$

*Momentul static al solidului de compresiune*

Se determină ţinînd, de asemenea, seama de simetrie cu formula :

$$Ms = 2 \cdot \int_{-\alpha}^{\frac{\pi}{2}} z \cdot x \cdot y \cdot x \cdot d\varphi \quad \text{a)} \qquad (25)$$

Ţinînd seama de formulele (23 a,b) ecuaţia (25, a) devine :

$$M_s = 2 \cdot \int_{-\alpha}^{\frac{\pi}{2}} R_i(\sin\varphi + \sin\alpha)\operatorname{tg}\gamma \cdot$$
$$\cdot R_i \cos\varphi \cdot R_i \sin\varphi \cdot R_i \cos\varphi \cdot d\varphi, \quad \text{b)}$$

care, integrată între limite, are expresia :

$$M_s = R_i^4 \operatorname{tg}\gamma \left[\frac{\sin 2\alpha}{4} + \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2}\right)\right] = R_i^4 \operatorname{tg}\gamma \cdot g(\alpha) \quad \text{c)}$$

Distanţa la centrul de masă se determină cu formula directă :

$$X_0 = \frac{M_s}{F} \quad \text{a)} \qquad (26)$$

Înlocuind în (26, a) pe $F$, conform (24,c), şi pe $M_s$ conform (25,c) aceasta devine :

$$X_0 = Ri \frac{\frac{\sin 2\alpha}{4} + \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2}\right)}{\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)\sin\alpha + \cos\alpha} = R_i \cdot F(\alpha)(\text{cm}) \quad \text{c)}$$

**1.3. Calculul diametrului centrelor şuruburilor, a numărului total de şuruburi de ancorare ($M_i T$) a numărului de paruri de şuruburi ce cad în zona tensionată ($m$), a legilor de funcţie dintre forţele şuruburilor ce cad în zona întinsă $P_2$, $P_3$, $P_j$, $Pm = f(Pl)$, respectiv, a constantelor de proporţionalitate $p_2$, $p_3 \ldots p_j \ldots p_m$ a braţelor de pîrghie $x_1$, $x_2$, $x_3, \ldots x_j \ldots x_m$, şi în final a forţei maxime din şurubul cel mai solicitat $P_1$.**

— *Calculul diametrului centrelor şurubului*

Diametrul centrelor şuruburilor se determină cu formula :

$$D_{cs} = D + 2c = D + 2\frac{D_{ei} - D}{4} \cdot 1{,}08 \quad \text{a)} \qquad (27)$$

Înlocuind pe $D_{ei}$ conform (4,b) şi (5,b) ecuaţia (27,a) devine, după operaţii algebrice :

— Pentru domeniul $0{,}8 < D \leqslant 2{,}6$

$$D_{cs} = D(0{,}46 + 0{,}54 \cdot k_e) \cdot 10^2 \text{ (cm)} \quad \text{a)} \qquad (28)$$

— Pentru domeniul $2{,}6 < D \leqslant 10$

$$D_{cs} = D(0{,}46 + 0{,}54\, k_e') \cdot 10^2 \text{ (cm)} \quad \text{b)}$$

unde $D$ este dat în ($m$)

*Numărul total al șuruburilor*

Se determină considerînd diametrul $D_{cs}$ și un număr de cinci pasuri standard; $ts_1 = 40$ (cm), $ts_2 = 35$ (cm), $ts_3 = 30$ (cm), $ts_4 = 25$ (cm) și $ts_5 = 20$ (cm), care se aleg începînd cu cel mai mare, folosind formula:

$$m_T = \frac{3{,}14 \cdot D_{cs}}{t_{si}} \text{ (buc.)} \qquad (29)$$

Trecerea la un pas inferior, deci la înmulțirea numărului de șuruburi, în cadrul unui nou calcul de iterație, se face fie dacă rezultă pentru șuruburi un diametru prea mare, fie dacă nu este satisfăcută condiția de spațiu de strîngere a piuliței (conform tabelei 1 valorile $C < Co$).

*Unghiul unitar al pasului* $\beta_1$

Definit ca unghiul la centru dintre două șuruburi, se determină cu formula:

$$\beta_1 = \frac{360}{m_T} \text{ (grade) } \beta_1 = \frac{6{,}28}{m_T} \text{ (radieni)} \qquad (30)$$

*Numărul parului limită de șuruburi amplasate în zona întinsă* (m).

Se determină din dubla inegalitate:

$$90^\circ - \beta_i \gtrless \alpha, \qquad \text{a)}$$

unde $\beta_i$ este unghiul la centru al parului de șuruburi de rang $i$ determinat cu formula:

$$\beta_i = (i-1) \cdot \beta_1 \qquad \text{b)} \quad (31)$$

Ultimul par de șuruburi ce cade în zona întinsă notat cu $m$ este acela pentru care se menține inegalitatea:

$$90 - \beta_i < \alpha \qquad \text{c)}$$

*Observație:* Din rațiuni specifice programării, determinarea numărului parurilor de șuruburi tensionate, notat cu U, se va determina în capitolul 3 pe altă cale, mai puțin intuitivă.

*Legea de funcție* $P_2,\ P_3 \cdots P_j \cdots P_m = f\ (P_1)$

Se presupune ipoteza acoperitoare că în direcția radială pentru un punct curent $j$, avînd orice orientare azimutală, efortul unitar de reacțiune de întindere imaginar, rămîne constant pe lățimea inelului adică este satisfăcută egalitatea multiplă.

$$\sigma_{jie} = \sigma_{jcs} = \sigma_{ji} = \sigma_{jii} \text{ a)} \qquad (32)$$

În realitate, conform figurii 3, este satisfăcută inegalitatea multiplă:

$$\sigma_{jie} > \sigma_{jcs} > \sigma_{ji} > \sigma_{jii} \text{ b)}$$

în care:

$\sigma_{jie}$ este efortul unitar de reacțiune pentru orientarea $j$ pe exteriorul inelului;

$\sigma_{jcs}$ — efortul unitar de reacțiune după diametrul centrelor șuruburilor;

$\sigma_{ji}$ — efortul unitar de reacțiune după diametrul mediu;

$\sigma_{jii}$ — efortul unitar de reacțiune după interiorul inelului.

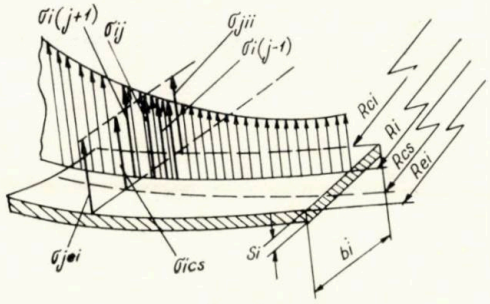



Fig. 3.

Din considerente de geometrie plană elementară, ținînd seama de notațiile din figura 4, se pot scrie relațiile:

$$\frac{\sigma_i}{a_i} = \frac{\sigma_2}{a_2} = \cdots \frac{\sigma_j}{a_j} = \cdots \frac{\sigma_m}{a_m} \qquad (33)$$

$$\begin{aligned}
a_1 &= b_1 - e = R_{ei} - e && a)\\
a_2 &= b_2 - e = R_{ei} \cos(2-1)\beta_i - e && b)\\
&\vdots\\
a_j &= b_j - e = R_{ei} \cos(j - i)\beta_i - e && c)\\
&\vdots\\
a_m &= b_m - e = R_{ei} \cos(m - i)\beta_1 - e && d)
\end{aligned} \qquad (34)$$

Înlocuind (34, a, *b*, *c*, *d*) în (33) se obține:

$$\frac{\sigma_1}{R_{ei} - e} = \frac{\sigma_2}{R_{ei} \cos(z - i)\beta_1 - e} = \cdots =$$

$$= \frac{\sigma_j}{R_{ei} \cos(j - i)\beta_i - e} = \cdots =$$

$$= \frac{\sigma_m}{R_{ei} \cos(m - i)\beta_1 - e} \qquad (35,a)$$

Înmulțind toți termenii proporțiilor cu secțiunea șuruburilor ($f_s$) și ținînd seama că $f_s \cdot \sigma_1 = P_1 \cdots f_s \cdot \sigma_j = P_j$ rezultă că relația (35,a) poate fi pusă sub forma:

$$\frac{P_1}{R_{ei} - e} = \frac{P_2}{R_{ei} \cos(2 - i)\beta_i - e} = \cdots =$$

$$= \frac{P_j}{R_{ei} \cos(j - i)\beta_1 - e} = \cdots \frac{P_m}{R_{ei} \cos(m - i)\beta_1 - e} \qquad (35,b)$$

Prin explicitare se găsesc $P_2$, $P_3 \ldots P_j \ldots P_m = f(P_1)$ cu relaţiile :

$$P_2 = P_1 \frac{(R_{ei} \cos(2-1)\beta_1 - e}{R_{ei} - e} \quad \text{a)}$$

$$P_j = P_1 \frac{R_{ei} \cos(j-1)\cdot\beta_1 - e}{R_{ei} - e} \quad \text{b)} \qquad (36)$$

$$P_m = P_1 \frac{R_{ei} \cos(m-1)\cdot\beta_1 - e}{R_{ei} - e} \quad \text{c)}$$

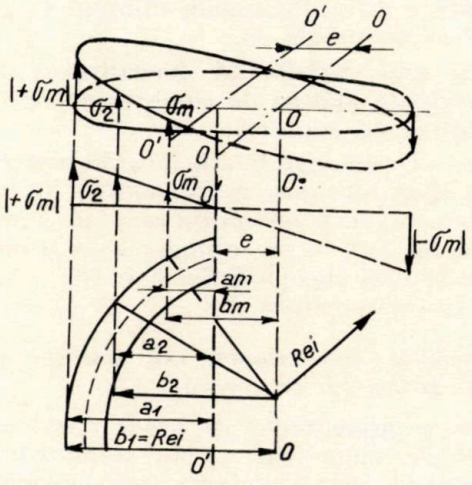



Fig. 4.

Împărţind termenii din partea dreaptă cu $R_{ei}$ şi notînd raportul $e/R_{ei} = K_1$ ecuaţia (36) devine :

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot \cos(2-1)\cdot\beta_1 - K_1}{1 - K_1} \quad \text{a)}$$

$$P_j = \frac{P_1 \cos(j-1)\cdot\beta_1 - K_1}{1 - K_1} \quad \text{b)} \qquad (37)$$

$$P_m = \frac{l_1 \cdot \cos(m-1)\cdot\beta_1 - k_1}{1 - k_1} \quad \text{c)}$$

*Expresia rapoartelor* $p_j = \dfrac{P_j}{P_1}$

Explicitînd în $P_j/P_1$ expresiile relaţiilor (37) se obţin :

$$p_2 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\cos(2-1)\cdot\beta_1 - K_i}{1 - K_1} \quad \text{a)}$$

$$p_j = \frac{P_j}{P_1} = \frac{\cos(j-1)\cdot\beta_1 - K_1}{1 - K_1} \quad \text{b)} \qquad (38)$$

$$p_m = \frac{P_m}{P_1} = \frac{\cos(m-1)\cdot\beta_1 - K_1}{1 - K_1} \quad \text{c)}$$

*Calculul braţelor de pîrghie* $X_1$, $X_2 \ldots X_j \ldots X_m$

Ţinînd seama de notaţiile din figura 5, distanţele definind braţele de pîrghie $X_1$, $X_2 \ldots X_j \ldots X_m$ se determină cu formulele :

$$X_1 = R_{cs} + X_0 \quad \text{a)}$$

$$X_2 = R_{cs} \cos(2-1)\cdot\beta_1 + X_0 \quad \text{b)} \qquad (39)$$

$$X_j = R_{cs} \cos(j-1)\cdot\beta_1 + X_0 \quad \text{c)}$$

$$X_m = R_{cs} \cos(m-1)\cdot\beta_1 + X_0 \quad \text{d)}$$

*Calculul forţei din şurubul cel mai solicitat* — $P_1$

Se determină din condiţia de echilibru de moment în jurul axei $\overline{0''0''}$, ce trece prin centrul de masă al solidului de compresiune. Acest calcul cu caracter general (nelegat de nici un parametru fix) se face considerînd cazul cel mai dezavantajos (critic), cînd planul de acţiune al momentului încovoietor trece prin axul unui şurub. Ţinînd seama de notaţiile din figura 6, condiţia de echilibru este dată de formula :

$$M - Q \cdot X_0 - \sum_{1i}^{m} P_i X_i = 0. \qquad (40)$$

Înlocuind pe $P_2, \cdots P_j \cdots P_m$ conform (37) şi pe $X_1$, $X_2 \cdots X_j \cdots X_m$ conform (39), ţinînd

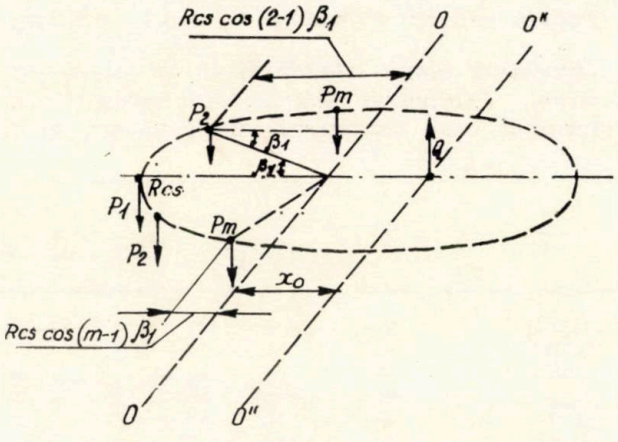



Fig. 5.

seama că rapoartele $P_2/P_1 = p_2$ $P_j/P_1 = p_j \cdots P_m/P_1 = p_m$ conform (38) şi explicitînd în $P_1$, se obţine în final :

$$P_1 = \frac{M - Q \cdot x_0}{R_{cs} + x_0 + 2p_2[R_{cs} \cdot \cos(2-i)\beta_1 + x_0] + \ldots + 2p_j[R_{cs}\cos(j-i)\beta_1 + x_0] + 2p_m[R_{cs}\cos(m-i)\beta_i + x_0]} \text{ —(kgf)} \qquad (41)$$

**1.4. Calculul diametrului slăbit al şurubului ($d_{1n}$), al diametrului slăbit standardizat ($d_1$) şi nominal al şurubului ($M$). Calculul distanţei minime de strîngere $C$ şi a dimensiunilor restului reperelor sistemului de ancoraj.**

**Diametrul slăbit necesar (la fundul filetului) al şuruburilor.**

Se determină cu formula directă:

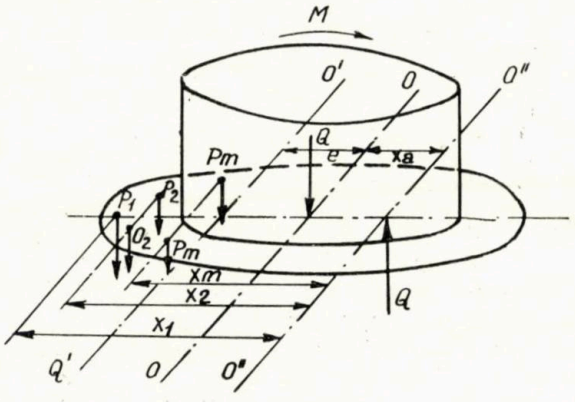



Fig. 6.

$$d_{0\,n} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_1}{\pi \cdot \sigma_{as}}} + C_c, \text{ (cm)} \qquad (42)$$

în care:

$P_1$ este forţa maximă pe şurub determinată cu (41), kgf;

$\sigma_{as}$ — efortul unitar admisibil normal, kgf/cm²;

$C_c$ — adaosul de coroziune, cm.

Pentru condiţii normale $C_c = 0{,}1 - 0{,}2$ cm.

*Diametrul slăbit standardizat şi diametrul nominal.* Diametrul slăbit standardizat se determină ca diametrul standardizat acoperitor luat din prima coloană a tabelei 1. În coloana a doua a tabelei pentru linia corespunzătoare se găseşte diametrul nominal ($M_i$).

*Verificarea condiţiei de strîngere a piuliţei*

O dată cu diametrele exterioare şi interioare ale inelului ($D_{ei}$ şi $D_{ii}$) sînt definite şi diametrul centrelor şuruburilor ($D_{cs}$), diametrul şurubului ($M_i$) şi distanţa $C$ (coloana a 5-a din tabela 1), completată prin calcul numai pentru valoarea caracteristică exemplului.

Pentru a se putea strînge piuliţa trebuie asigurată o distanţă radială minimă $C_0$ (coloana a 3-a din tabela 1).

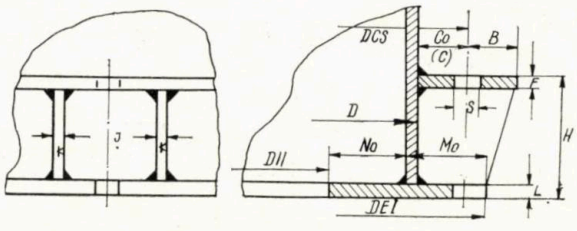
Dacă este satisfăcută inegalitatea $C > C_0$ este asigurată alături de condiţia de rezistenţă şi condiţia de montaj.

Dacă nu este satisfăcută inegalitatea $C > C_0$, rezultă că nu este asigurată condiţia de montaj şi trebuie aplicat în continuare un calcul de iteraţie, folosind în succesiune pasuri standardizate, mai mici începînd de la etapa 1.3, pînă la verificarea condiţiei.

*Elementele dimensionale ale restului de repere ale sistemului de ancoraj*

Pe baza principiului de egală rezistenţă, în funcţie de diametrul slăbit standardizat al şurubului ($d_1$) sînt standardizate [3] elementele dimensionale constructive şi de rezistenţă şi pentru restul reperelor sistemului de ancoraj,

TABELA 1




| $d_0$, cm | $M_i$ mm | Elemente dimensionale, mm | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $C_o$ | $B$ | $C = R_{cs} - R$ | $F$ | $H$ | $I$ | $K$ | $L$ | $F.\ Mo = D(Ke-1)$ $Mo = FMo.\ 5$ | $FNo = D(1-Ki)$ $No = F.No.5$ | S |
| 1,8376 | 20 | 50 | 45 | Mărime determinată prin calcul pentru fiecare caz în parte | 20 | 300 | 50 | 10 | 25 | Mărimea determinată prin calculul pentru fiecare caz în parte | Mărimea determinată prin calculul pentru fiecare caz în parte | 26 |
| 2,0725 | 24 | 50 | 45 | | 20 | 300 | 50 | 10 | 25 | | | 30 |
| 2,3752 | 27 | 50 | 45 | | 20 | 300 | 50 | 10 | 25 | | | 33 |
| 2,6211 | 30 | 55 | 50 | | 25 | 300 | 70 | 12 | 30 | | | 36 |
| 2,9211 | 33 | 55 | 50 | | 25 | 300 | 70 | 12 | 30 | | | 39 |
| 3,1670 | 36 | 60 | 55 | | 25 | 300 | 70 | 12 | 30 | | | 42 |
| 3,1670 | 39 | 60 | 55 | | 25 | 300 | 70 | 12 | 30 | | | 54 |
| 3,7129 | 42 | 70 | 65 | | 25 | 400 | 80 | 15 | 35 | | | 48 |
| 4,0129 | 45 | 70 | 65 | | 25 | 400 | 80 | 15 | 35 | | | 51 |
| 4,2587 | 48 | 75 | 70 | | 30 | 400 | 90 | 20 | 35 | | | 54 |
| 4,6887 | 52 | 75 | 70 | | 30 | 400 | 90 | 20 | 35 | | | 58 |
| 5,046 | 56 | 80 | 75 | | 30 | 500 | 100 | 20 | 40 | | | 62 |
| 5,4046 | 60 | 80 | 75 | | 30 | 500 | 100 | 20 | 40 | | | 66 |
| 5,7605 | 64 | 90 | 85 | | 35 | 500 | 100 | 25 | 50 | | | 70 |
| 6,1505 | 68 × 6 | 90 | 85 | | 35 | 500 | 100 | 25 | 50 | | | 74 |
| 6,5505 | 72 × 6 | 100 | 95 | | 45 | 500 | 100 | 25 | 55 | | | 78 |
| 7,3505 | 80 × 6 | 105 | 100 | | 45 | 500 | 110 | 25 | 60 | | | 86 |

valori ce sînt indicate în tabela 1. De menţionat că prin adaptare dimensiunile rămîn valabile şi pentru tipurile constructive; cu scaune, cu inel simplu şi guseuri, cu inel simplu.

## 2. SCHEMA LOGICĂ. TABELE DE DECLARAŢII

Pentru algoritmul stabilit, s-au întocmit schema logică şi tabelele de declaraţii necesare urmăririi schemei şi programului.
Datorită simplicităţii, programul nu a inclus decît trei proceduri de calcul (FMO, FNO şi SINA respectiv TAN). Primele două proceduri fiind simple, schemele respective au fost înglobate în schema logică. Cea de-a treia, considerîndu-se ca foarte cunoscută, a fost numai nominalizată în tabela de declaraţii tip proceduri, neprezentîndu-se schema logică pentru programul de subrutină. De menţionat că datorită caracteristicilor proprii calculatorului electronic automat folosit „Felix 256", calculul funcţiei trigonometrice SINA s-a făcut prin dezvoltarea în serie a funcţiei trigonometrice corelate TANA.
În cele ce urmează sînt prezentate schema logică, şi tabelele de declaraţii.

### 2.1. *Schema logică*

Schema logică s-a realizat în cadrul a unsprezece blocuri, care definesc etapele de calcul semnificative ale programului. Marcate pe schemă prin acolade delimitative, blocurile sînt simbolizate prin prescurtări de cuvinte, care definesc conţinutul blocului. Cu precizările de mai sus schema logică se expune şi comentează după cum urmează:

— *Blocul I. DAT* — este blocul în care se introduc datele şi elemetele de calcul ca: diametrul coloanei ($D$), solicitările coloanei în condiţii de montaj ($Q_1$ $M_1$) şi regim ($Q_2$, $M_2$), adaosul de coroziune al şuruburilor ($C_c$), efortul unitar admisibil pentru şuruburi (SIGAS), elementele dimensionale ale reperelor sistemului de ancoraj (standardizate în funcţie de diametrul slăbit standardizat al şuruburilor — $d_1$ —ca, de exemplu, mărimile — *Mi*, *Co*, *B*, *F*, *H*, *I*, *K*, *L*, *M*, *S*).

— *Blocul SEL. D/EL. DIM. IN.* este blocul în care se încadrează coloana analizată în domeniile *I* alternativ II, se calculează coeficienţii de proporţionalitate KE şi KI, respectiv K'E şi K'I. În final, în cadrul aceluiaşi bloc, se calculează elementele de calcul de rezistenţă ale inelului; suprafaţa (FI), modulul rezistent (WI) şi raza medie (RI).

— *Blocul SIG. C. — SIG.I/SIG. MIN-SIG. MAX.* În cadrul acestui bloc se determină în primul rînd pentru cele două condiţii de solicitare (montaj şi regim); eforturile unitare de reacţiune de compresiune din forţă centrică (SIG. $C_1$ şi SIG. $C_2$) şi eforturile unitare de reacţiune de încovoiere din moment încovoietor (SIG.$I_1$ şi SIG. $I_2$). În continuare se selecţionează parul critic ($M$ şi $Q$) care conduce la valoarea maxim maximorum pentru efortul unitar imaginar de întindere extrem (SIG. MI). Pentru acest par critic se calculează şi valoarea efortului unitar real de compresiune extrem (SIG. MAX.).

— *Blocul ELDIM. IN/E—SINA.* Este blocul în care în primul rînd se determină elementele dimensionale ale inelului, raza exterioară (REI), raza interioară (RII), raza medie (RI) şi raza centrelor şuruburilor (RCS). În continuare se calculează excentricitatea sub solicitare (e) şi sinusul unghiului $\alpha$, de deplasare a axei neutre (SINA).

— *Blocul ALFA — FALFA/XO — TSI.* În acest bloc prin dezvoltarea în serie a funcţiei corelate TANA se determină funcţia trigonometrică SINA şi se calculează valorile unghiurilor (ALFA) şi $\pi/2$. În continuare se calculează expresia funcţiei (FALFA) notată în algoritm cu F($\alpha$), precum şi distanţa pînă la centrul de masă XO. În final se alege şi se introduce în calcul pasul maxim tabelat TSI egal cu 40(cm).

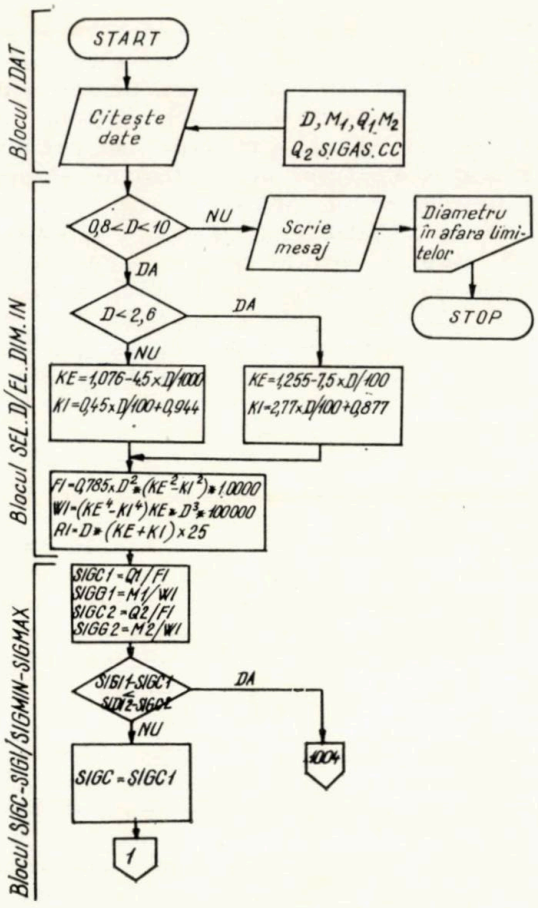
— *Blocul MT — B1/N—K1.* Este blocul în care se determină în succesiune numărul par total al şuruburilor de ancoraj (MT), unghiul la centru corespunzător pasului (B1 în radiani), numărul parurilor de şuruburi (deci exclusiv şurubul median), ce cad în zona imaginar tensionată (N) şi, în final, excentricitatea relativă (K1) dată de relaţia K1 = E/REI (—).

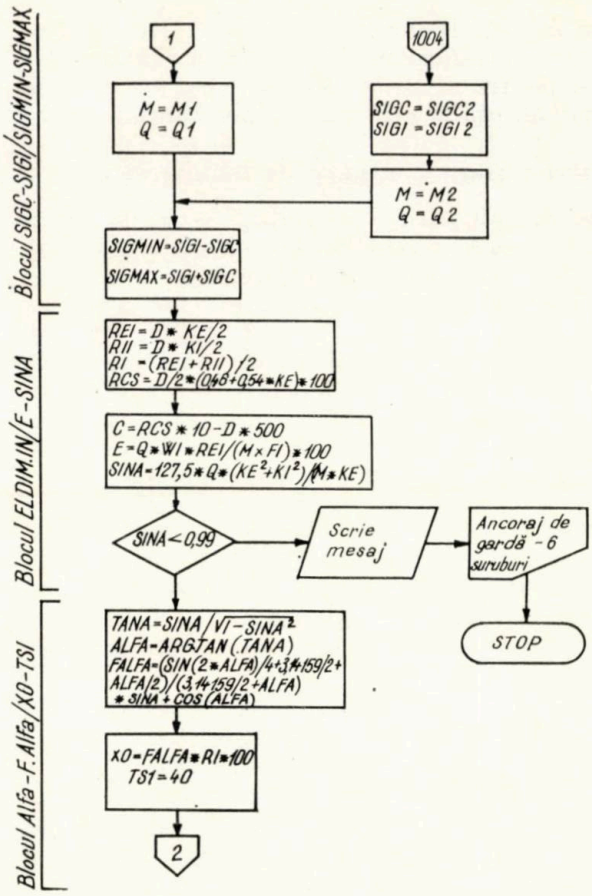
— *Blocul SSS.* În acest bloc se calculează în succesiune termenii P(I + 1) notaţi în algoritm cu $p_j$, termenii X($I$ + 1), notaţi în algoritm cu $X_j$, şi suma SSS dată de formula SSS = SSS + 2 * P(I+1) × (I + 1), notată în algoritm cu $X_1 + \sum_{1}^{m} P_j \cdot X_j$.

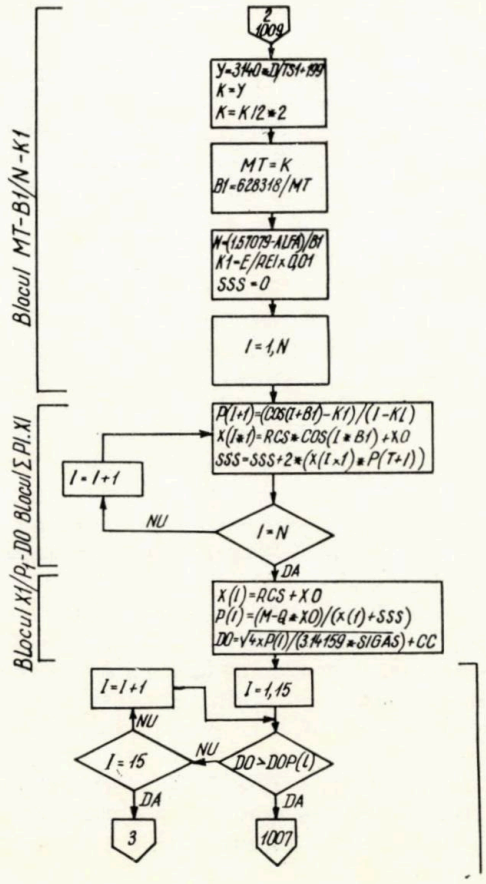
— *Blocul $X_1/P_1$ — DO.* Este blocul în care în primul rînd se determină lungimea de braţ maximă pentru şurubul median (XI) şi forţa maximă din acest şurub (P1), calculată în funcţie de; M, Q, Xo, SSS şi X1. În final se determină diametrul slăbit, necesar la fundul filetului (don), notat în algoritm cu don.

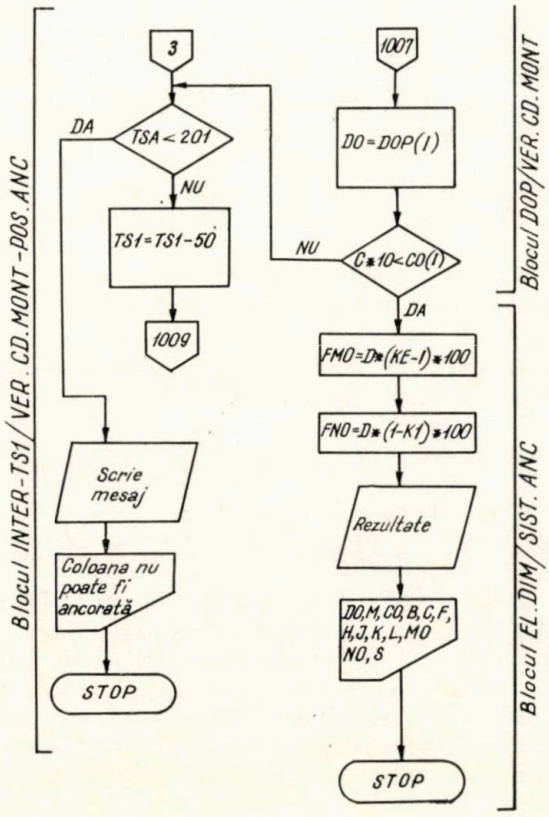
— *Blocul DOP — Mi/VER. CD. MONT.* În acest bloc prin interpolare în coloana 1 şi citire ulterioară în coloanele 1 şi 2 ale tabelei 1 se determină diametrul slăbit la fundul filetului standardizat DOP şi dimensiunea standardizată a filetului Mi.
În continuare se calculează distanţa radială reală dintre raza centrelor şuruburilor şi raza coloanei C = 10 ($Ros$ — 50 $R$) în (mm). În final se verifică condiţia de montaj C ⩾ Co.

— *Blocul ITER—TSI/VER. CD. MONT—ANC.* Este blocul în care în condiţiile nesatisfacerii condiţiei de montaj ($C$ ⩾ Co) se mic-


Blocul IDAT
START
Citește date
D, M1, Q1, M2 Q2 SIGAS.CC
Blocul SEL.D/EL.DIM.IN
0,8 < D < 10
NU
Scrie mesaj
Diametru în afara limitelor
STOP
DA
D < 2,6
DA
NU
KE = 1,076 - 4,5 x D/1000
KI = 0,45 x D/100 + 0,944
KE = 1,255 - 7,5 x D/100
KI = 2,77 x D/100 + 0,877
FI = 0,785 x D² * (KE² - KI²) * 10000
WI = (KE⁴ - KI⁴) KE * D³ * 100000
RI = D * (KE + KI) x 25
Blocul SIGC-SIGI/SIGMIN-SIGMAX
SIGC1 = Q1 / FI
SIGI1 = M1 / WI
SIGC2 = Q2 / FI
SIGI2 = M2 / WI
SIGI1 < SIGI2
DA
NU
SIGC = SIGC1
1004
1


Blocul SIGC-SIGI/SIGMIN-SIGMAX
1
M = M1
Q = Q1
1004
SIGC = SIGC2
SIGI = SIGI2
M = M2
Q = Q2
SIGMIN = SIGI - SIGC
SIGMAX = SIGI + SIGC
Blocul ELDIM.IN/E-SINA
REI = D * KE/2
RII = D * KI/2
RI = (REI + RII)/2
RCS = D/2 * (0,48 + 0,54 * KE) * 100
C = RCS * 10 - D * 500
E = Q * WI * REI / (M x FI) * 100
SINA = 127,5 * Q * (KE² + KI²) / (M * KE)
SINA < 0,99
Scrie mesaj
Ancorați de gardă - 6 suruburi
STOP
Blocul Alfa-F.Alfa/XO-TSI
TANA = SINA / √1 - SINA²
ALFA = ARCTAN (TANA)
FALFA = (SIN (2 * ALFA) / 4 + 3,14159/2 + ALFA/2) / (3,14159/2 + ALFA) * SINA + COS (ALFA)
XO = FALFA * RI * 100
TS1 = 40
2


Blocul MT-B1/N-K1
2
1009
Y = 3140 * D/TS1 + 199
K = Y
K = K/2 * 2
MT = K
B1 = 628318/MT
W = (1,57079 - ALFA)/B1
K1 = E/REI x 0,01
SSS = 0
I = 1,N
Blocul XI/PI-DO Blocul ΣPI.XI
P(I+1) = (COS(I*B1) - K1)/(1 - K1)
X(I+1) = RCS * COS(I * B1) + XO
SSS = SSS + 2 * (X(I+1) * P(I+1))
I = I + 1
NU
I = N
DA
X(I) = RCS + XO
P(I) = (M - Q * XO)/(X(I) + SSS)
DO = √4 x P(I)/(3,14159 * SIGAS) + CC
I = I + 1
NU
I = 15
DA
3
I = 1,15
NU
DO > DOP(I)
DA
1007


Blocul INTER-TS1/VER.CD.MONT-POS.ANC
3
DA
TSA < 2,01
NU
TS1 = TS1 - 50
1009
Scrie mesaj
Coloana nu poate fi ancorată
STOP
Blocul DOP/VER.CD.MONT
1007
DO = DOP(1)
NU
C * 10 < CO(I)
DA
Blocul EL.DIM/SIST.ANC
FMO = D * (KE - I) * 100
FNO = D * (1 - K1) * 100
Rezultate
DO, M, CO, B, C, F, H, J, K, L, MO NO, S
STOP

șorează pasul adoptîndu-se TS1 = TS1 = 40—5 (cm). Calculul se reia iterativ de la blocul ALFA — FALFA/Xo — TS 1 și se continuă pînă la satisfacerea condiției de montaj. În final, tot în cadrul blocului, se determină posibilitatea sau imposibilitatea realizării unui sistem de ancoraj clasic.

— *Blocul EL.DIM. — SIST. ANC.* În acest ultim bloc, folosind valorile din tabela 1—și anume acela din rîndul corespunzător diametrului slăbit standardizat al șuruburilor (DOP) — se determină, pe baza principiului de egală rezistență, valorile Co, B, F, H, I, K, L și S. În final se calculează mărimile funcțiilor FMO și FNO, respectiv ale distanțelor radiale Mo = $= \frac{FMo}{2}$ și $No = \frac{FNO}{2}$.

| | | | |
|---|---|---|---|
| REI = | 340·1938 CM | RII = | 316.3064 CM |
| RCS = | 333.2043 CM | E = | 88.2664 CM |
| XO = | 376.2712 CM | MT = | 52 |
| DOP = | 1.7290 CM | M 20 | |
| B = | 45.MM | C = | 82.0435 MM |
| H = | 300.MM | J = | 50.MM |
| L = | 25.MM | FMO = | 30.3875 CM |
| S = | 26.MM | MO = | 151,972 MM |

| | |
|---|---|
| RI = | 328.2500 CM |
| ALFA = | 4110 RAD |
| CO = | 50.MM |
| F = | 20.MM |
| K = | 10.MM |
| FNO = | 17.3875 CM |
| NO = | 86,927 MM |

### 2.2. Tabelele de declarații

În conformitate cu practica programării, declarațiile sînt prezentate în cadrul celor cinci mari categorii: declarații de variabile întregi, declarații de variabile reale, declarații de tabele mărimi întregi, declarații de tabele mărimi reale și declarații de tip-procedură. În cazul de față, cel de-al treilea tip (declarațiile de tabele mărimi întregi) lipsește, celelalte fiind prezentate în tabelele 2, 3, 4 și 5. Se menționează că, pentru ușurința identificării în cadrul fiecărei tabele, declarațiile sînt ordonate în ordinea alfabetică a simbolurilor folosite.

În cele ce urmează sînt redate tabelele de declarații.

## 3. APLICAȚIE NUMERICĂ

### 3.1. *Date de calcul*

Să se calculeze sistemul de ancoraj al unei coloane de distilație atmosferică avînd următoarele date de calcul:

Diametrul coloanei $D = 6{,}5$ m.

Greutatea minimă a coloanei la montaj $Q_1 = 159\,750$, kgf.

Momentul încovoietor la greutatea minimă $M_1 = 99\,499\,200$, kgf. cm.

Greutatea maximă a coloanei în condiții de regim $Q_2 = 910\,810$, kgf.

Momentul încovoietor la greutatea maximă $M_2 = 99\,499\,200$, kgf.cm.

Material șuruburi OL 42 STAS 880—65 avînd $\sigma_{as} = 1\,530$ kgf/cm².

### 3.2. *Rezolvare*

Aplicînd programul indicat la punctul 3, s-au obținut și tipărit pentru (REI, RII, RI, RCS, E, ALFA, XO, MT, DOP, $M_i$, CO, B, C, F, H, I, K, L, FMO, FNO, S) valorile indicate mai jos exprimte în unitățile de măsură indicate:

## 4. CONCLUZII

Calculul sistemului de ancoraj constituie partea finală a calculului de rezistență aplicată al aparatelor și recipientelor montate vertical. Așa cum s-a arătat el este un calcul de verificare graficoanalitic destul de laborios și efectuat cu mijloace de calcul clasice.

În articol se algoritmează și se întocmește programul pentru metoda de calcul Wichman.

Prin această ultimă etapă se întregește lucrarea [4] realizîndu-se toate etapele de calcul specifice aparatelor cilindrice montate vertical, cu ajutorul mașinilor automate electronice de calcul.

Metoda poate fi aplicată la calculul ancorajului oricărui alt tip de aparat și recipient montat vertical, a cărui manta are o rigiditate mare și foarte mare.

## BIBLIOGRAFIE


1. Babițki, I. F., Wichman, G. L. și Volfson, S. I. Rasciot i construirovanie aparatii neftepererabatâivoisih'' Zavodov''. Izodatelstvo Nedra, Moscova 1965.
2. Teodorescu, Șt. Calculul și construcția aparaturii din instalațiile de prelucrare și petrochimice notițe curs Instit. Petrol. Ploiești.
3. *** Lurgi — Norma internă de proiectare. Uz. intern.
4. Teodorescu, Șt. și Florențiu, Al. Algoritmul și optimizarea calculului de rezistență al aparatelor de tip coloană. Ed. tehnică, București 1972.

TABELA 2

**Declarații de variabile întregi**

| Simbol | Domeniul | Explicația și unitatea de măsură a declarației |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 |
| I | 1—N | Parametrul pentru calculul expresiilor P(I+1), X(I+1) și SSS(—) |
| I | 1—15 | Parametrul pentru calculul (prin interpolare în tabela 1 col. 1) a diametrului standardizat slăbit al șuruburilor (—) |
| K | 1—N | Parametrul pentru calculul numărului de paruri de șuruburi amplasate în zona tensionată imaginar |
| MT | — | Numărul par al totalului șuruburilor de ancoraj, bucăți |
| N | — | Numărul de paruri de șuruburi, amplasate în zona tensionată imaginar, bucăți |
| TSI | 40, 35, 30 25, 20 (cm) | Pasul dintre șuruburi variind în trepte cu formula TSI = TSI—5.I (I variază de la 1÷5) (cm) |

TABELA 3

**Declarații de variabile reale**

| 0 | 1 | 2 |
|---|---|---|
| ALFA | — | Unghiul la centru definind excentricitatea, rad. |
| BI | — | Unghiul la centru corespunzător pasului, rad. |
| C | — | Distanța radială reală dintre cercul circumferinței centrelor șuruburilor și circumferința mantalei, determinată cu formula C = RCS — D/2*10$^{-2}$, cm |
| CC | — | Adaosul de coroziune pentru diametrul șuruburilor de ancoraj, cm |
| D | — | Diametrul piciorului fustă al coloanei considerat egal cu diametrul exterior al coloanei, m |
| Do | — | Diametrul necesar slăbit la fundul filetului șuruburilor, cm |
| E | — | Excentricitatea (distanța dintre axa de simetrie și axa neutră deplasată sub acțiunea solicitărilor) dată de formula $E = \frac{Q}{FI} * \frac{WI}{M} * REI * 100$, cm. |
| FALFA | — | Funcția definind distanța la centrul solidului de compresiune al forțelor de reacțiune dat de formula FALFA = (SIN 2 * ALFA)/ 4 + (3,141542/2 + ALFA/2)/(3,14159/2+ +ALFA)*sin(M.F.A)+cos(ALFA) |
| FI | — | Suprafața inelului, cm$^2$ |
| KE | $0{,}8 \leqslant D < 2{,}6$ | Coeficient de proporționalitate exterior pentru domeniul I, calculat cu relația $K_E = \frac{2REI}{D} = 1{,}255 - 7{,}5*D*10^{-2}(-)$. |
| K'E | $2{,}6 \leqslant D < 10$ | Coeficient de proporționalitate exterior pentru domeniul II, calculat cu relația K'E = $= \frac{2REI}{D} = 1{,}076 - 4{,}5*D*10^{-3}(-)$ |
| KI | $0{,}8 \leqslant D < 2{,}6$ | Coeficient de proporționalitate interior pentru domeniul II, calculat cu relația KI = $= \frac{2RII}{D} = 0{,}877 + 2{,}77*D*10^{-2}(-)$ |
| K'I | $2{,}6 \leqslant D < 10$ | Coeficient de proporționalitate pentru domeniul II, calculat cu relația $K'I = \frac{2RII}{D} =$ $= 0{,}944 + 4{,}5*D*10^{-3}(-)$ |
| KI | — | Excentricitatea relativă determinată cu formula $KI = \frac{E}{REI}(-)$ |
| M | — | Momentul încovoietor pentru condiția critică egal cu M1 sau M2 și dînd pentru SIGMIN valoarea maximă (kgf./cm) |

Continuare la tabela 3

| 0 | 1 | 2 |
|---|---|---|
| M1 | — | Momentul încovoietor în condiţii de montaj, kgf.cm |
| M2 | — | Momentul încovoietor în condiţii de regim, kgf.cm |
| Q | — | Forţa centrică critică egală cu Q1 sau Q2 şi dînd pentru SIGMIN valoarea maximă, kgf |
| Q1 | — | Forţa centrică în condiţii de montaj, kgf |
| Q2 | — | Forţa centrică în condiţii de regim, kgf |
| P(I + 1) | 1—N | Valori ale raportului P (I + 1)/P(1) pentru cele N paruri de şuruburi incluse în zona întinsă şi dată de formula : $P(I + 1) = (\cos(I*BI) - K_1)/(1 - K_1)$ (—) |
| P(1) | — | Forţa maximă din şurubul cel mai solicitat amplasat în planul de acţiune al momentului, kgf |
| RCS | — | Raza centrelor şuruburilor dată de formulele $RCS = R(0,46 + 0,54*K_E)*100$, respectiv $RCS = R(0,46 + 0,54*K'_E)*100$, cm |
| REI | — | Raza exterioară a inelului, cm |
| RII | — | Raza interioară a inelului, cm |
| RI | — | Raza medie a inelului, cm |
| SIGC | — | Efortul unitar critic de compresiune din sarcina centrică (Q), kgf/cm² |
| SIG C1 | — | Efortul unitar de compresiune din sarcina centrică în condiţii de montaj kgf/cm² |
| SIG C2 | — | Efortul unitar de compresiune din sarcina centrică în condiţii de regim, kgf/cm² |
| SIG I | — | Efortul unitar de încovoiere critic din momentul încovoietor (M), kgf/cm² |
| SIG I 1 | — | Efortul unitar de încovoiere din moment în condiţii de montaj, kgf/cm² |
| SIG I 2 | — | Efortul unitar de încovoiere din moment în condiţii de regim, kgf/cm² |
| SIG MAX | — | Efortul unitar extrem de reacţiune de compresiune real (din limita suprafeţei de sprijinire inel-fundaţie) dat de formula SIG MAX $= \frac{M}{WI} + \frac{Q}{FI,}$ kgf/cm² |
| SIG MIN | — | Efortul unitar de reacţiune extrem de întindere fictiv, din limita suprafeţei de ancoraj inel fundaţie, dat de formula SIG MIN $= \frac{M}{WI} - \frac{Q}{FI,}$, $\frac{kgf}{cm^2}$ |
| SIG AS | — | Efortul unitar admisibil pentru materialul şurubului, kgf/cm² |
| SINA | 0—0,99 | Funcţia trigonometrică a unghiului AFA, definind excentricitatea (—) |
| SSS | 1÷N | Suma produselor P(I + 1) * X(I + 1) pentru cele (2N + 1) şuruburi incluse în zona întinsă, dată de formula SSS = SSS+ 2*(P(I+ 1)* X(I+ 1)), cm |
| TANA | — | Funcţia trigonometrică corelată a funcţiei SINA (—) |
| WI | — | Modulul rezistent al inelului de sprijin, cm³ |
| X(I + 1) | 1÷N | Braţele de pîrghie ale celor N paruri de şuruburi incluse în zona tensionată virtual şi date de formula X(I + 1) = RCS*Cos (I + BI)+ Xo, cm |
| X1 | — | Braţul de pîrghie pentru şurubul median (amplasat în planul de acţiune al momentului) dat de formula XI = RCS + XO, cm |
| XO | — | Distanţa la centrul de masă al solidului de compresiune dat de formula XO = RI* FALFA, cm |
| Y | — | Parametru de calcul pentru determinarea numărului total de şuruburi cu soţ MT = K (—) |
| 0,8 | — | Diametrul minim de coloană pretabil programării, m |
| 2,4 | — | Diametrul de coloană delimitativ al domeniilor I şi II prezentînd legi de variaţie diferite pentru KE şi KI respectiv K'E şi K'I, m |
| 10 | — | Diametrul maxim de coloană pretabil programării, m |

TABELA 4

**Declaraţii de tabele mărimi reale**

| Simbol | Variaţia | Explicaţia mărimii |
|---|---|---|
| B | 1 :15 | Distanţa radială dintre $REI = \frac{DEI}{2}$ şi RCS, mm |
| Co | 1 :15 | Distanţa radială minimă de montaj dintre RCS şi R=D/2, mm |
| DOP(do) | 1 :15 | Diametrul slăbit la fundul filetului standardizat, cm |
| F | 1 :15 | Grosimea contrainelului, mm |
| H | 1 :15 | Distanţa dintre inel şi contrainel, mm |
| I | 1 :15 | Distanţa dintre guseurile scaunului, mm |
| K | 1 :15 | Grosimea guseelor, mm |
| L | 1 :15 | Grosimea inelului, mm |
| (Mi) | 1 :15 | Dimensiunea standardizată a şurubului (—) |
| S | 1 :15 | Diametrul găurii din contrainel şi a fantei din inel, mm |

TABELA 5

**Declaraţii de tip procedură**

| Funcţia | Parametrii | Explicaţia funcţiilor şi a parametrilor |
|---|---|---|
| FMO | | *Funcţia* pentru calculul distanţei relative de montaj a inelului în raport cu piciorul fustă (Mo) se determină cu formula FMO=D*(KE—1)* 100, cm |
| | D | Diametrul coloanei în *D*, m |
| | KE | Coeficient de proporţionalitate $K_E$ = DEI/D |
| FNO | | *Funcţia* pentru calculul distanţei relative (No) determinată cu formula : FNO = D * (1— KI) *100, cm |
| | D | Idem procedura FMO |
| | KI | Coeficient de proporţionalitate KI=DII/D |

### 3. PROGRAMUL

În limbaj FORTRAN executat pe o mașină electronică automată „Felix 256" programul lucrării este redat mai jos :

```
    1 REAL   M1, M2, KE, KI, M, P (600), X(600),
    2  *     DOP(15), M20(15), CO(15), B(15), F(15),
    3  *     H(15), FJ(15), FL(15), S(15), KK(15),
    4 DATA   DOP/1.729, 2, 075, 2.375, 2.621, 2.921, 3.167, 3.467,
    5  1*          3.713, 4.013, 4.258, 4.568, 5.005, 5.404, 6.505,
    6  2*          7.350/,
    7  3*     M20  /4HM20, 4HM24, 4HM27, 4HM30, 4HM30, 4HM33, 4HM36,
    8  4*          4HM39, 4HM42, 4HM45, 4HM48, 4HM56,
    9  5*          4HM64, 4HM686, 4HM726, 4HM806/,
   10  6*     CO   /50., 50., 50., 55., 55., 60., 60., 70., 70., 75., 75.,
   11  7*          80., 90., 100., 105.,
   12  8*     B    /45., 45., 45., 50., 50., 55., 55., 65., 65., 70., 70.
   13  9*          75., 85., 95., 100/.
   14 11*     H    /7*300., 4*400., 4*500./.
   15 10*     F    /3*20., 6*25., 3*30., 35., 2*40./.
   16 12*     FJ   /3*50., 4*70., 2*80., 2*90., 3*100., 110./.
   17 13*     FL   /3*25., 4*30., 4*35., 40., 50., 60.,,/.
   18 14*     S    /26., 30., 33., 36., 39., 42., 45., 48., 51., 54., 58.,
   19 15*          62., 70., 78., 86.,
   20 16*     KK   /3*10., 4*12., 2*15., 3*20., 3*25./.
   21 READ   3001, D, M1, Q1, M2, Q2, SIGAS, CC
   22  3001  FORMAT  (7F10.5)
   23        1F      (D.GT.0.8.AND.D.LT.10) GO TO 1001
   24        PRINT     3002, D
   25 3002   FORMAT    (1HO, / / / / / / / / / /., DIAMETRU ÎN AFARA LIMITELOR., F10.5,
   26        STOP
   27  1001  IF        (D.LE.2.6) 0 TO 1002
   28        KE      = (1.076 — 4.5* D/1000.
   29        KI      = 0.45 *D/100.+0,944
   30        GO TO     1003
   31  1002  KE      = 1.255 — 7.5* D/100.
   32        KI      = 2.77*D/100. + 0.877
   33  1003  FI      = 0.785*D**2*(KE**2 — KI**2)*10000.
   34        WI      = (KE**4—KI**4) /KE*D**3*100000.
   35        RI      = D*(KE+KI)***25
   36        SIGCl   = Q1/FI
   37        SIGI1   = M1/WI
   38        SIGC2   = Q2/FI
   39        SIGI2   = M2/WI
   40        IF        (SIGI1—SIGC1.LT.SIGI2—SIGC2) GO TO 1004
   41        SIGC    = SIGC1
   42        SIGI    = SIGI1
   43        M       = MI
   44        Q       = QI
   45        GO  IO    1005
   46  1004  SIGC    = SIGC2
   47        M       = M2
   48        Q       = Q2
   49        SIGI    = SIGI2
   50  1005  SIGMIN  = SIGI — SIGC
   51        SIGMAX  = SIGI + SIGC
   52        REI     = D*KE/2.
   53        RII     = D*KI/2
   54        RI      = (REI + RII) /2.
   55        RCS     = D/2.*(0.46+0.54*KE) * 100.
   56        C       = RCS * 10. — D*500.
   57        E       = Q*WI*REI / (M*FI)  *100.
   58        SINA    = 12.75*Q*D* (KE**2+KI**2) / (M*KE)
   59        IF        (SINA.LT.0.99) GO TO 1006
   60        PRINT     3003
   61  3003  FORMAT  = (1HO///, 30x, ANCORAJ DE GARDA- 6 ȘURUBURI)
   62        STOP
   63  1006  TANA    = SINA/SQRT (1.—SINA**2)
   64        ALFA    = ATAN (TANA)
   65        FALFA   = (SIN(2*ALFA)/4+3.14159/4+ALFA/2)/
   66  *                 ((3.1459/2+ALFA)* SINA + COS (ALFA))
   67        XO      = FALFA*RI*100.
   68        TS1     = 400
   69  1009  Y       = 3140.*D/TS1 + 1.99
   70        K       = Y
   71        K       = K/2*2
   72        MT      = K
```

```
      B1          =6.28318/MT
      N           = (1.57079 - ALFA)/,B1
      K1          = E/REI*0.01
      SSS         = 0
DO 2001             I=1.N
P(I+1)              = (COS(I*B1)-K1)/(1-K1)
X(I+1)              = RCS*COS(I*B1) + XO
2001  SSS           = SSS+2*(X(I+1)*P(I+1))
X(1)                = RCS + XO
P(1)                = (M-Q*XO) / (X(1) + SSS)
DO                  =SQRT(4*P(1)/(3.14159*SIGAS)) + CC
DO2002              I = 1, 15
IF                  (DO.GT..DOP(I)) GO.TO. 1007
2002  CONTINUE
1010  IF            (TS1.LT.201) GO TO 1008
TS1                 = TS1 -50
      GO TO         1009
1007  DO            = DOP(I)
       IF            1C*10..LT.CO(I))GO TO 1010
      FMO           = D*(KE-1)*100.
      FNO           = D*(1-K1)*100
      REI           = REI * 100.
      RII           = RII*100.
      RI            = RI *100.
PRINT  3005, REI, RII, RI, RCS, E, ALFA, XO, MT, DOP(I), M20(I), CO(I)
  1*                B(I), C, F(I), H(I), FJ(I), KK(I), FL(I), FMO, FNO, S(I)
3005  FORMAT        (1HO,/ / / / / / / / / / / 10x, REI = 1, F16.4, CM    RII = I
   1* F16.4, 'CM  RI=,, F16.4, 'CM,/ / 10X, 'RCS = ,F16,4,
   2*         'CM E = ,, F16.4, 'CM   ALFA = ,, F16.4, 'RAD,/ /10X
   3*    ,    'XO = ,, F16.4, 8X, 'MT = ,13/ /'DO = ,F16.4.'CM
   4*        ' ,A4,21X,' CO = ,, F6.O, 'MM/ /IOX,, 8' = ', F6.O,MM
   5*        '      ,1C = ', F10.4, 'CM       F = ', F6.0/ /10X, H =
   6*  F6.0,'MM            J = ,F6.O,'MM       K = ,, F6.O, 'MM/ /10X
   7*  ,'L = 1,F6.O,MM   MO = ',F16.4,CM       NO = '
   8*  F16.4,'CM,/ /10X,'S = ,F6.O, 'MM')
       STOP
1008  PRINT          3004
3004  FORMAT        (1HO,/ / / /, 30X,' Coloana nu poate fi ancorată,
STOP
END.
```

# Utiliazrea spectrelor electronice pentru determinarea hidrocarburilor aromatice din benzine

I. Muntean şi N. Moşescu

Spectrele electronice de absorbţie în U.V. caracteristice hidrocarburilor aromatice monociclice sînt cunoscute de multă vreme [1, 2]. Lucrări mai recente se ocupă de particularităţile acestor spectre legate de poziţiile maximelor de absorbţie, coeficienţii de absorbţie şi efectele substituenţilor în moleculă [3, 4, 5].

În U.V. 200—400 mμ, hidrocarburile aromatice monociclice prezintă două benzi de absorbţie caracteristice. Prima la o lungime de undă $\lambda = 190-210$ mμ de intensitate mare şi alta la $\lambda = 260-270$ mμ şi ea destul de intensă, utilizată în majoritatea lucrărilor ca bandă analitică.

În cazul hidrocarburilor substituite se observă binecunoscutul efect batocromatic.

Absorbţia puternică a hidrocarburilor aromatice a fost utilizată de mulţi cercetători în scopul determinării cantitative a acestora.

Astfel, L. Lang şi Eva Folta [6] determină benzenul şi toluenul din fracţiunea pînă la 115°C, bazîndu-se pe existenţa a două benzi apropiate în domeniul 250—270 mμ, utilizînd o relaţie de tipul :

$$K = \sum_{i=1}^{2} K_i C_i ,$$

în care :

$K$ este coeficientul de absorbţie al probei la lungimile de undă stabilite ;

$K_i$ — coeficienţii de absorbţie ai benzenului şi toluenului ;

$C_i$ — concentraţiile de determinat.

Un mod de lucru asemănător este utilizat şi de către alţi cercetători [7, 8].

Franc şi Ian Jokl [9] determină xilenii în fracţiunea respectivă, separată pe cale cromatografică, iar IP/52/56 T [10] descrie metoda de analiză a fracţiunii conţinînd etilbenzen, *o*-m şi *p*-xilen.

În general, lucrările [9—10], precum şi altele se ocupă de determinarea hidrocarburilor din fracţiuni înguste, conţinînd una sau un număr restrîns de hidrocarburi aromatice.

Metodele actuale de determinare a conţinutului global de aromatice, ca cele cromatografice sau chimice, prezintă inconvenientul unei durate de determinare mari, a necesităţii procurării unor adsorbenţi şi indicatori speciali.

În lucrarea de faţă s-a căutat să se extindă utilizarea metodelor spectrale citate de literatura de specialitate pentru întregul domeniu al hidrocarburilor aromatice cu puncte de fierbere pînă la 200°C, respectiv la determinarea aromatelor totale din fracţiuni de benzine cu final de pînă la 200°C.

În acest scop s-au studiat particularităţile spectrelor electronice de absorbţie a 13 hidrocarburi monociclice cu punct de fierbere pînă la 200°C.

Spectrele acestor compuşi puri au arătat că nu se pot folosi o singură bandă şi acelaşi coeficient de absorbţie pentru determinarea tuturor compuşilor. De aceea, s-a utilizat absorbanţa integrată între limitele 35—43 kc/cm (286—232 mμ) în locul absorbanţei maxime de la o singură lungime de undă.

Pentru comparaţie s-au determinat şi absorbanţele integrate ale unor amestecuri de hidrocarburi aromatice separate global pe cale cromatografică din diferite fracţiuni de benzine.

## PARTEA EXPERIMENTALĂ

### 1. Aparatura şi modul de lucru

Înregistrarea spectrelor electronice s-a făcut pe un spectrofotometru SP-800 Unicam în domeniul 29—52,6 Kc/cm (200—345 mμ), utilizîndu-se cuve de cuarţ cu grosimea stratului de 1 cm.

S-au studiat spectrele a 13 hidrocarburi monociclice de puritate spectrală, precum şi cele ale unor fracţiuni aromatice separate cromatografic, arătate în tabela 1.

S-au fotometrat soluţii de concentraţii 0,02 ml /100 ml *n*-heptan. Solventul a fost în prealabil purificat cromatografic pentru eliminarea urmelor de aromate.

Pentru determinarea absorbanţei integrate s-a planimetrat suprafaţa cuprinsă între 35—43 Kc/cm, utilizînd un planimetru de tip IOR. Alegerea acestui domeniu rezultă din aspectul curbelor de absorbţie ale unor hidrocarburi aromatice pure şi ale unor probe de benzine indicate în figurile 1 şi 2.

Determinarea cantitativă se bazează pe binecunoscuta lege a absorbţiei, Beer-Lambert:

$$I = I_0 \, e^{-Kcl},$$

în care:

$I$ este intensitatea fascicolului după ce a străbătut grosimea 1 din substanţa respectivă;
$I_0$ — intensitatea incidentă;
$C$ — concentraţia substanţei în procente, volum;
$L$ — coeficient de absorbţie, reprezentînd absorbţia unui strat de 1 cm a unei soluţii 1% volum.
$l$ — grosimea stratului parcurs.

$$\frac{I}{I_0} = e^{-Kcl} \qquad \frac{I}{I_0} = \frac{1}{e \; Kcl}$$

$$\ln \frac{I_0}{I} = K \; cl \qquad \ln \frac{I_0}{I} = A$$

$A$ = absorbanţa

$A$ = Kcl

Din această relaţie se observă că se poate determina concentraţia.

$$C \; \% \text{ în volum} = \frac{A}{K} \times F,$$

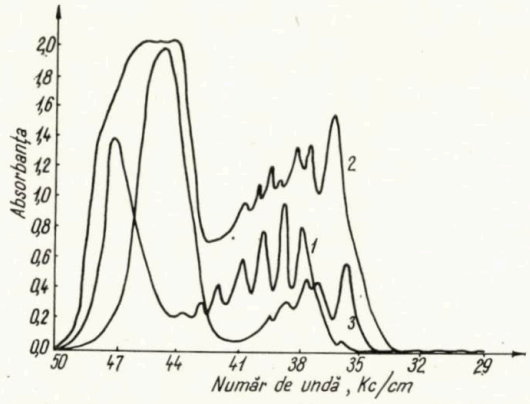



Fig. 1. Spectrele electronice în U.V. ale unor hidrocarburi aromatice monociclice în domeniul 200—345 mμ:
(50—29 Kc/cm): 1 — benzen; 2 — m-xilen; 3,4 — tetra-butiltoluen.

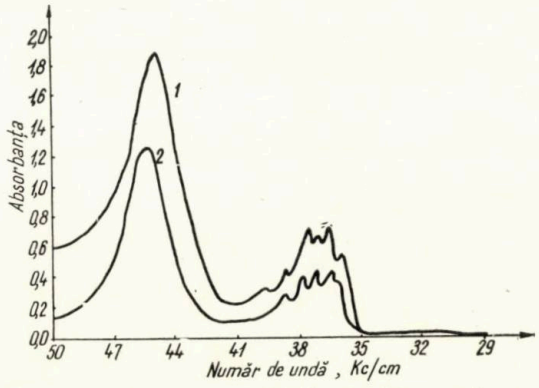



Fig. 2. Spectrele electronice U.V. a două benzine cu interval de distilaţie 60—160°C:
1 — extract aromatic; 2 — extract aromatic.

unde $F$ este factorul de diluţie egal cu

$$F = \frac{100}{\text{Concentraţia de înregistrat.}}$$

În practică problema se reduce la determinarea coeficientului de absorbţie şi la măsurători de absorbanţă.

Coeficienţii de absorbţie se determină odată pentru totdeauna (fiind necesare din cînd în cînd corectări în funcţie de micile modificări în funcţionarea aparatului), iar absorbanţa se obţine direct, prin planimetrarea suprafeţei dintre limitele indicate mai înainte.

Pentru calculul absorbanţei integrate se procedează în felul următor:

Suprafaţa delimitată de ordonatele 35—43 Kc/cm se consideră cu o transmisie de 100%.

Suprafaţa determinată prin planimetrare se raportează la transmisia 100% şi se obţine valoarea transmitanţei în procente.

Din valoarea transmitanţei % se calculează absorbanţa:

$$A = 2 - \ln T \; \%.$$

Pentru diferitele valori a lui $T$ % există tabele care dau direct valoarea lui $A$.

## 2. Rezultate şi discuţii

Utilizîndu-se aparatura şi modul de lucru descris mai înainte s-au determinat coeficienţii de absorbţie ai substanţelor indicate în tabela 1.

Din examinarea valorilor coeficienţilor de extincţie din tabela 1 rezultă că aceştia prezintă o constanţă suficientă pentru ca media acestor valori să poată fi utilizată la determinarea conţinutului total de hidrocarburi aromatice pe întregul domeniu de distilare, pînă la 200°C. Pentru a creşte precizia determinărilor, este de observat că valorile coeficienţilor sînt ceva mai mari pentru hidrocarburile cu puncte de fierbere pînă la circa 180°C, scăzînd puţin pentru aromaticele superioare.

Coeficienţii de absorbţie din extractele *1* şi *2* avînd intervale de fierbere 80—160°C confirmă satisfăcător media primelor zece hidrocarburi pure (tabela 1). La fel hidrocarburile aromatice separate dintr-o benzină cu final 205°C au un coeficient de extincţie mai mic, ceea ce confirmă cele arătate.

Din examinarea datelor din tabelă se poate deduce că alegerea coeficienţilor trebuie făcută în funcţie de intervalul de distilare a fracţiunii de analizat.

De exemplu, acest coeficient ar fi 49,1 pentru o benzină distilînd pînă la 180°C şi de 46,6 pentru o fracţiune de 180—200°C.

Pentru benzina totală se poate utiliza media celor doi coeficienţi cu scăderea corespunzătoare

TABELA 1

**Coeficienţii de absorbţie ai unor hidrocarburi aromatice pure şi ai unor fracţiuni aromatice preparate prin cromatografie**

| Nr. crt. | Hidrocarburi şi fracţiuni aromatice | pf,°C | K ml/100, ml $nC_2$ | Media |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Benzen | 80,1 | 51,8 | |
| 2 | Toluen | 110,6 | 48,0 | |
| 3 | Etilbenzen | 136,2 | 50,6 | |
| 4 | *p*-Xilen | 138,4 | 46,6 | |
| 5 | *m*-Xilen | 139,1 | 47,2 | 49,1 |
| 6 | *o*-Xilen | 144,4 | 49,4 | |
| 7 | Izopropilbenzen | 152,4 | 48,0 | |
| 8 | Terţ-butilbenzen | 169,5 | 49,2 | |
| 9 | Sec-butilbenzen | 173,3 | 49,8 | |
| 10 | *n*-Butilbenzen | 183,8 | 50,0 | |
| 11 | 1, 3-Dimetil-5 izo-propilbenzen | 195 | 47,5 | |
| 12 | 1, 3-Dimetil-5-terţ-butilbenzen | 201 | 47,0 | 46,6 |
| 13 | 4-Terţ-butiltoluen | 202 | 45,3 | |
| 14 | Benzină distilată primară | 65—205 | 47,7 | |
| 15 | Extract aromatic *1* | 80—160 | 48,8 | |
| 16 | Extract aromatic *2* | 80—160 | 48,6 | |

a preciziei. Cu valoarea de 49,1 a coeficientului de absorbţie au fost analizate o serie de benzine cu intervalele de distilaţie 60—160°C. Rezultatele determinărilor sînt prezentate în tabela 2.

În legătură cu concentraţia de înregistrat este de remarcat că aceasta a fost aleasă astfel, încît să se satisfacă condiţiile de aplicare a legii lui Lambert-Beer şi încadrarea la o valoare a lui $A_{max} \leqslant 1{,}2$. Pentru diluare s-a utilizat *n*-heptanul cromatografiat.

Concentraţiile determinate prin absorbţia în U.V. sînt comparate cu valorile determinate prin metoda FIA [11—12].

Diferenţele concentraţiilor determinate prin cele două metode sînt, după cum se vede din tabela 2, destul de mici.

## Concluzii

Valorile coeficienţilor de absorbţie ale hidrocarburilor aromatice monociclice cu p.f. pînă la 200°C sînt destul de apropiate între ele pentru ca media să fie utilizată la determinarea conţinutului de aromatice în domeniul amintit.

Pentru a mări precizia determinării se recomandă să se aleagă coeficientul de absorbţie potrivit fracţiunii de analizat.

Astfel, în cazul lucrărilor de rutină se recomandă separarea cromatografică a aromaticelor totale în vederea determinării coeficientului de absorbţie.

Durata determinării, incluzînd diluarea, fotometrarea, planimetrarea şi calcularea concentraţiei, este de circa 60 min, faţă de 3 ore cît durează o determinare după metoda FIA.

Metoda se poate aplica cu succes şi în cazul determinărilor de aromatice individuale în fracţiuni mai înguste.

TABELA 2

**Determinarea globală a hidrocarburilor aromatice din benzine cu intervale 60—160°C. Valoarea coeficienţilor de absorbţie 49,1 pentru toate benzinele**

| Probe de benzine nr. | $\frac{A}{K}$ | Concentraţii de înregistrat, ml/100 ml $nC_7$ | Factorul de diluţie $F = \frac{100}{C \text{ înreg.}}$ | Aromatice FIA, % | Aromatice U.V. % | Diferenţe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,0203 | 0,0240 | 4 166,6 | 82,5 | 84,4 | +1,9 |
| 2 | 0,0107 | 0,2 | 500 | 5 | 5,3 | +0,3 |
| 3 | 0,0185 | 0,042 | 2 380,9 | 48 | 44,3 | −3,7 |
| 4 | 0,0117 | 0,02 | 5 000 | 57,2 | 56,7 | −0,5 |
| 5 | 0,0197 | 0,0408 | 2 451 | 49 | 48,4 | −0,6 |
| 6 | 0,0193 | 0,0816 | 1 225 | 24,2 | 23,6 | −0,6 |
| 7 | 0,0173 | 0,8163 | 122,5 | 2,3 | 2,3 | — |
| 8 | 0,0197 | 0,0310 | 3 226 | 64 | 63,6 | −0,4 |
| 9 | 0,0191 | 0,0625 | 1 600 | 31,8 | 30,8 | −1,0 |
| 10 | 0,0183 | 0,3120 | 320,5 | 6,3 | 5,9 | −0,4 |
| 11 | 0,0156 | 0,2857 | 350 | 7 | 5,5 | −1,5 |
| 12 | 0,0163 | 0,6140 | 162,9 | 2,7 | 2,7 | — |
| 13 | 0,0163 | 0,2857 | 350 | 5,5 | 5,7 | +0,2 |
| 14 | 0,0189 | 0,125 | 800 | 16 | 15,2 | −0,8 |
| 15 | 0,0199 | 0,0351 | 2 849,8 | 57 | 56,8 | −0,2 |
| 16 | 0,0195 | 0,0416 | 2 439 | 47,8 | 47,5 | −0,3 |
| 17 | 0,0197 | 0,2083 | 480,8 | 9,5 | 9,5 | — |
| 18 | 0,0199 | 0,0421 | 2 376 | 47,5 | 47,3 | −0,2 |
| 19 | 0,0197 | 0,0842 | 1 188 | 23,6 | 23,4 | −0,2 |
| 20 | 0,0195 | 0,0800 | 1 250 | 25 | 24,5 | −0,5 |
| 21 | 0,0198 | 0,3330 | 300,3 | 6 | 6 | — |
| 22 | 0,0196 | 0,1600 | 625 | 12,3 | 12,3 | — |
| 23 | 0,0194 | 0,1750 | 586 | 11,5 | 11,5 | — |
| 24 | 0,0197 | 0,8690 | 116,2 | 2,3 | 2,3 | — |
| 25 | 0,0183 | 0,2660 | 376 | 7,5 | 7,0 | −0,5 |
| 26 | 0,0198 | 0,0490 | 2 040 | 40,5 | 40,4 | −0,1 |
| 27 | 0,0179 | 0,0200 | 5 000 | 40,5 | 40,5 | — |
| 28 | 0,0058 | 0,3330 | 300,3 | 1,8 | 1,8 | — |
| 29 | 0,0174 | 0,0660 | 1 501 | 26,5 | 26,2 | −0,3 |
| 30 | 0,0186 | 0,0357 | 2 777 | 50,5 | 1,65 | +1,1 |

Buna concordanţă dintre rezultatele prin metoda FIA şi metoda de absorbţie în U. V. descrisă în această lucrare recomandă utilizarea acesteia din urmă pentru analize de rutină.

## BIBLIOGRAFIE


1. Herschenson, H. U.V. and visible absorption spectra. Academic Press, New York, 1955.
2. Friedel, R. A. şi Orchin, M. U.V. spectra of aromatic compounds. Chapman and Hall, London, 1951.
3. Siryuk, A. G. şi Zimina, K. I. Khim. i teknol. topliv i masel, **7**, nr. 5, 1962, p. 23.
4. Julg, A. J. Chem. Phys, **62**, nr. 11—12, 1965, p. 1 372—1 379.
5. Kimura, K. Mol Phys **9**, nr. 2, 1965, p. 117—136.
6. Lang, L. şi Folta, E. Magyar Folyoirot, **62**, 1965, p. 66—67.
7. *** ASTM — D 1017—51.
8. *** IP—151/56 T.
9. Franc, J. şi Jokl, J. Chem—Listy, **52**, 1958, p. 276—282.
10. *** I.P.—152/56 T.
11. *** ASTM D 1319/66 T. şi STAS 7508—66.
12. *** IP 156/67 T.

# *Aspecte tehnico-economice legate de recuperarea căldurii în unele procese catalitice eterogene*

V. Ciort, Doina Ciocotoiu, I. Zîrnă, Șt. Despa și D. Grigoriu

Deoarece produsele de reacție care rezultă din procesele catalitice eterogene sînt prelucrate ulterior la temperaturi mai scăzute decît acelea la care are loc reacția propriu-zisă, este necesară răcirea efluentului din reactor.

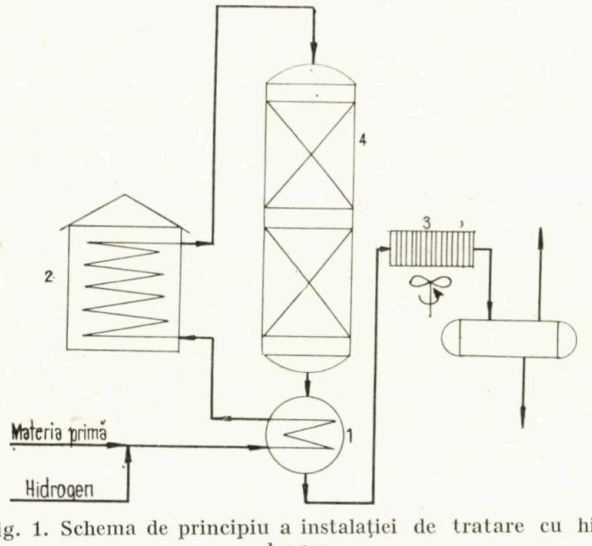



Fig. 1. Schema de principiu a instalației de tratare cu hidrogen :
*1* — schimbător ; *2* — cuptor ; *3* — răcitor ; *4* — reactor.

Această necesitate este și mai evidentă în procesele catalitice care au loc sub presiune de hidrogen, recircularea acestuia implicînd separarea lui din produsul de reacție, în faza lichidă, la presiunea procesului și la o temperatură cît mai joasă posibil. Datorită acestui fapt și avînd în vedere că efluentul conține o cantitate mare de căldură și se află la un nivel termic ridicat, este posibilă recuperarea parțială a acestei călduri.

Schema tipică a unui astfel de proces (fig. 1) se caracterizează prin aceea că, materia primă în amestec cu hidrogenul este preîncălzită prin schimb de căldură cu efluentul din reactor, urmînd ca la trecerea prin cuptor să fie încălzită pînă la temperatura de operare a reactorului. Efluentul din reactor, după transferul de căldură în preîncălzitorul de materie primă, este răcit pînă la temperatura la care amestecul lichid-vapori poate fi separat, obținînd gazul bogat în hidrogen care se recirculă și faza lichidă care se prelucrează ulterior.

Echipamentul de schimb de căldură poate fi astfel dimensionat, încît să rezulte o recuperare mai mult sau mai puțin înaintată a căldurii conținute în efluent, ceea ce determină la rîndul său necesarul de căldură aferent cuptorului.

În acest articol sînt discutate implicațiile economice ale recuperării de căldură, analizînd efectul temperaturii de ieșire a efluentului din preîncălzitorul de materie primă, ca variabilă independentă, asupra costului de operare (costul căldurii introduse în cuptor, costul răcirii efluentului după schimbul de căldură cu materia primă) și costul investițiilor (costul schimbătorului de căldură efluent — materie primă, al cuptorului, al răcitorului efluentului).

## I. Sarcina termică a aparatelor

Pentru exemplificare se consideră un proces de tratare cu hidrogen cu o capacitate de 100 000 t/an, materia primă fiind o fracțiune petrolieră grea.

S-a admis că materia primă cu o temperatură de 40 °C, în amestec cu hidrogenul, este preîncălzită prin schimb de căldură cu efluentul din reactor, în continuare fiind încălzită în cuptor pînă la temperatura de operare a reactorului.

Efluentul din reactor, după ce cedează o parte din căldură materiei prime, este răcit cu aer pînă la temperatura din separatorul de înaltă presiune (60 °C) unde s-a considerat pentru presiune o valoare de 150 at.

Calculele s-au efectuat alegîndu-se ca variabilă independentă temperatura de ieșire a efluentului din preîncălzitorul de materie primă pentru care de fiecare dată s-au luat în considerare patru valori, și anume: 319. 274, 218 și 156°C.

Variația sarcinii termice a preîncălzitorului cuptorului și răcitorului este reprezentată grafic în figura 2, în funcție de parametrul menționat.

Pentru a putea face calculele respective, s-a ținut seama de curba PRF a materiei prime și a efluentului (respectiv de distribuția produselor de reacție), de cantitatea de hidrogen recirculată în cuptor.

De fiecare dată s-a calculat procentul de vaporizat din fluxurile care interesează presupunînd, şi apoi verificînd presiunea parţială a vaporilor şi a lichidului pe baza curbelor de vaporizare în echilibru trasate prin metoda

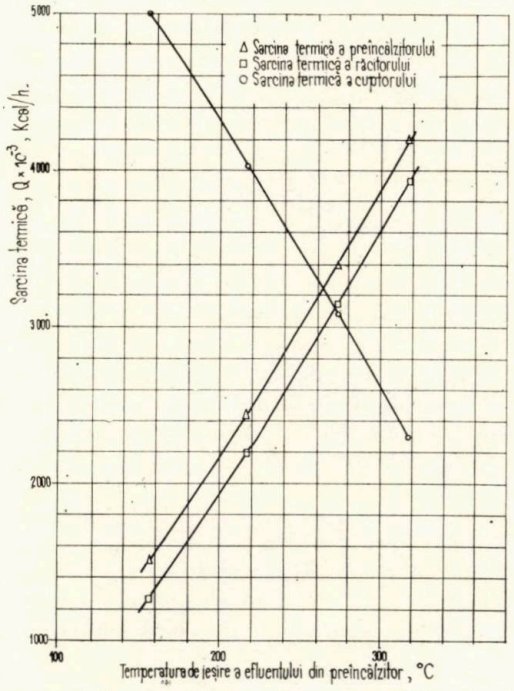



Fig. 2. Variaţia sarcini tdrmice a aparatelor în funcţie de temperatura de eşire a efluentului din preîncălzitorul de materie primă.

Edmister [1]. Entalpiile pentru produsele lichide şi vapori s-au luat din [3], iar pentru gaze din [4], calculul căldurii făcîndu-se prin înmulţirea cantităţilor de produs cu diferenţa de entalpie corespunzătoare celor două niveluri de temperatură, pentru a se exclude baza de calcul a entalpiilor.

## II. Costul investiţiilor

Estimarea investiţiilor s-a făcut după date din literatură [2] conform cărora a fost necesară cunoaşterea suprafeţelor de schimb de căldură şi a sarcinii termice a cuptorului.

Preţurile obţinute din datele specificate anterior au fost corectate conform metodei în funcţie de calitatea materialului folosit şi de presiunea de lucru.

În cele ce urmează se va prezenta numai rezultatul acestor calcule, cu toate mărimile necesare determinării preţului de cost.

Pentru amortizare s-a fixat o cotă anuală de 10% din investiţie, adică s-a considerat că instalaţia se amortizează în zece ani.

În final, s-a reprezentat grafic variaţia preţului de cost al aparatelor, precum şi variaţia cotei de amortizare în funcţie de temperatura de ieşire a efluentului din schimbător.

Pentru a sublinia efectul materialului, deşi în exemplul luat în consideraţie aparatele vor fi executate din oţel aliat, s-au calculat preţurile de cost pentru cazurile în care schimbătorul şi răcitorul vor fi construite, fie din oţel carbon, fie din oţel aliat, cuptorul fiind în toate cazurile construit din oţel aliat.

a. *Costul preîncălzitorului de materie primă*

Pentru stabilirea costului preîncălzitorului de materie primă s-au calculat suprafeţele de schimb de căldură, considerîndu-se după datele practice de funcţionare ale unor aparate similare un coeficient global de transfer de căldură K = 400 kcal/m²h°C.

Costurile schimbătorului de căldură în cele patru alternative de calcul sînt prezentate în tabela 1, iar variaţia preţului de cost cu temperatura de ieşire a efluentului din preîncălzitor este reprezentată grafic în figura 3.

*b. Costul cuptorului*

După datele din literatură [2], în funcţie de sarcina termică a cuptorului, s-a stabilit

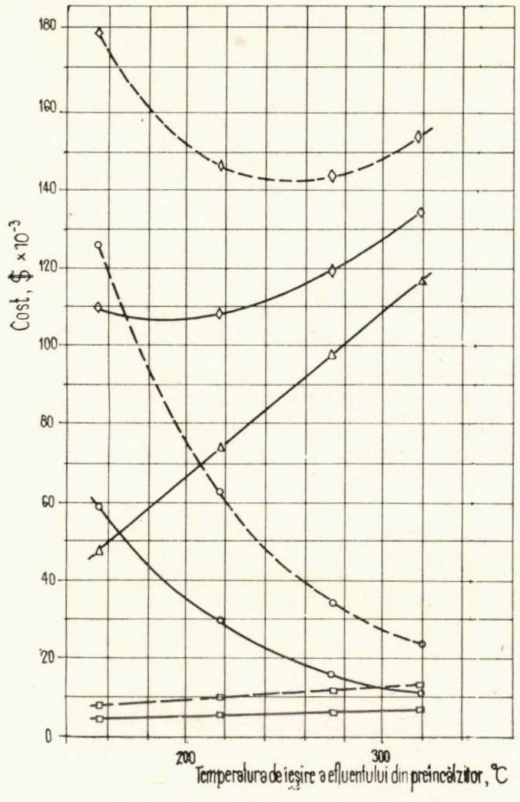



Fig. 3. Variaţia costului aparatelor funcţie de temperatura de ieşire a efluentului din preîncălzitor:
□ - costul răcitorului; o — costul cuptorului; Δ - costul schimbătorului; ◆ - costul total; — oţel carbon; ---oţel aliat.

costul cuptorului, rezultatele fiind prezentate în tabela 2. Reprezentarea grafică a variaţiei preţului de cost al cuptorului în funcţie de temperatura de ieşire a efluentului din schimbător, este redată tot în figura 3.

TABELA 1

**Costul preîncălzitorului de materie primă**

| Nr. crt. | $T_e$ efluent. °C | $T_i$ materie primă, °C | Qxlo$^{-3}$, kcal/h | S, m$^2$ | Cost schimbător, | | Amortizare anuală, 10% | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | oţel carbon | oţel aliat | oţel carbon | oţe aliat |
| 1 | 319 | 200 | 2300 | 24 | 11400 | 24400 | 1140 | 2440 |
| 2 | 274 | 250 | 3100 | 42 | 16100 | 34700 | 1610 | 3470 |
| 3 | 218 | 300 | 4050 | 74 | 29400 | 63000 | 2940 | 6300 |
| 4 | 156 | 350 | 5000 | 146 | 58800 | 126000 | 5880 | 12600 |

TABELA 2

**Costul cuptorului**

| Nr. crt. | $T_e$ efluent, °C | $T_i$ mat. primă, °C | Qxlo$^{-3}$, Kcal/h | Cost cuptor, $ | Amortizare anuală 10% |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 319 | 200 | 4200 | 117000 | 11700 |
| 2 | 274 | 250 | 3400 | 98000 | 9800 |
| 3 | 218 | 300 | 2450 | 73600 | 7360 |
| 4 | 156 | 350 | 1500 | 47200 | 4720 |

TABELA 3

**Costul răcitorului**

| Nr. crt. | $T_e$ efluent, °C | Qxlo$^{-3}$ Kcal/h | S, m$^2$ | Cost răcitor, $ | | Amortizare anuală 10% | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | oţel carbon | oţel aliat | oţel carbon | oţel aliat |
| 1 | 319 | 3950 | 135 | 6700 | 12800 | 670 | 1280 |
| 2 | 274 | 3150 | 122 | 5800 | 11300 | 580 | 1120 |
| 3 | 218 | 2200 | 105 | 5200 | 10000 | 520 | 1000 |
| 4 | 156 | 1250 | 77 | 4100 | 7800 | 410 | 780 |

c. *Costul răcitorului de efluent*

Pentru răcirea efluentului s-a propus utilizarea răcitoarelor cu aer, ţinînd seama de avantajele prezentate de către acestea faţă de răcitoarele cu apă (depunerea de piatră în anumite puncte, lipsa de apă, sînt mult mai uşor de întreţinut etc.).

Calculul suprafeţelor de schimb de căldură s-a efectuat după metoda propusă de Hudson Engineerig Corporation, admiţîndu-se un coeficient global de transfer de căldură raportat la suprafaţa tubului fără aripioare de 317 kcal/m$^2$h°C. Aerul utilizat în calcule este uscat cu temperatura de 21,1°C la presiunea de 760 mm Hg. Rezultatele obţinute sînt prezentate în tabela 3, iar reprezentarea grafică (variaţia costului răcitorului de aer în funcţie de temperatura de ieşire din schimbător a efluentului) tot în figura 3.

d. *Costul total al investiţiilor*

Însumînd costurile celor trei aparate (construite din oţel carbon sau din oţel aliat) se obţine variaţia costului investiţiilor în cele patru variante de calcul.

După cum se observă din figura 3, atunci cînd aparatele sînt construite din oţel carbon, investiţiile prezintă un minimum la temperatura de ieşire a efluentului din schimbător de 180°C, iar cînd sînt construite din oţel aliat investiţiile sînt minime la temperatura de 260 °C.

În continuare se va cerceta influenţa costului de operare asupra poziţiei acestui minimum al investiţiilor.

## III. Costul de operare

Pentru stabilirea costului de operare, în cele ce urmează s-a luat în considerare numai variaţia costului căldurii cedate în cuptor şi a energiei consumate la ventilator.

Nu s-a ţinut seama de costul energiei consumate de către pompă şi compresoare, întrucît acestea sînt practic constante (variaţia căderii de presiune este mică în raport cu presiunea de operare a reactorului, iar suma suprafeţelor schimbătorului de căldură şi a răcitorului pentru efluent, respectiv a schimbătorului şi a cuptorului pentru materia primă, variază în limite mici.

Costurile de operare s-au stabilit pentru un an de funcţionare, luîndu-se date din literatura de specialitate pentru costul căldurii valoarea de 0,11 c/1 000 kcal [15], iar pentru costul energiei valoarea de 1c /kwh [6].

a. *Costul căldurii cedate în cuptor*

Cunoscînd căldura utilă pentru cele patru variante de calcul, şi admiţînd o valoare de 0,75 pentru randamentul global al cuptorului, s-a determinat consumul de căldură anual. Rezultatele calculului sînt prezentate în tabela 4, iar variaţia costului căldurii în funcţie de temperatura de ieşire din schimbător a efluentului este reprezentată grafic în figura 4.

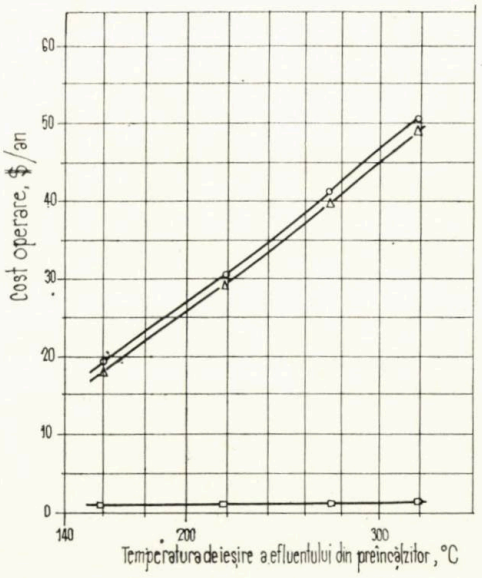



Fig. 4. Variaţia costului energiei, căldurii şi a costului total cu temperatura de ieşire a efluentului din preîncălzitor: Δ — costul căldurii; □ — costul energiei; O — costul total de operare.

b. *Costul consumului de energie la ventilator*

După metoda amintită pentru calculul răcitoarelor, s-a estimat consumul de energie al ventilatorului. În tabela 5 sînt date rezultatele acestor calcule, iar în figura 4 este reprezentată grafic variaţia costului energiei electrice în cele patru variante.

c. *Costul total de operare*

Însumînd costurile de operare în cele patru variante de calcul s-a obţinut variaţia costului total cu temperatura de ieşire din schimbător a efluentului.

După cum se poate observa din figura 5 costul energiei la ventilator constituie numai 5% din costul total de operare. De asemenea, costul de operare creşte foarte rapid o dată cu creşterea temperaturii efluentului la ieşirea din schimbător.

## IV. Concluzii

Pentru a stabili efectele recuperării de căldură asupra costului total (amortizare anuală plus cost de operare anual) s-a reprezentat grafic în figura 5 variaţia costului total în funcţie de temperatura de ieşire din schimbător a efluentului.

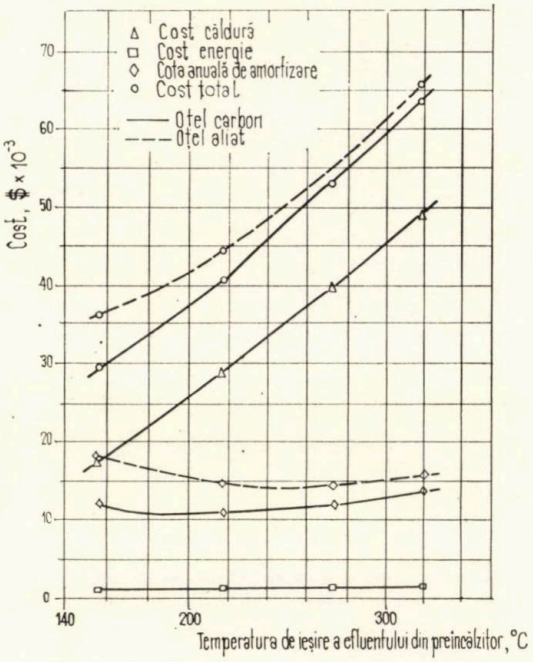



Fig. 5. Variaţia costului total de operare cu temperatura de ieşire a efluentului din preîncălzitor.

După cum se poate observa, costul de operare exercită o mare influenţă asupra poziţiei de minim a investiţiilor stabilită anterior, în sensul că imprimă curbei costului total o alură continuu crescătoare de la temperatura de operare a separatorului de înaltă presiune, deci spre o recuperare practic completă a căldurii efluentului.

TABELA 4

**Costul căldurii**

| Nr. crt. | $T_{efluent}$ °C | Qxlo⁻³, kcal/h cuptor | Cost căldură $/an |
|---|---|---|---|
| 1 | 319 | 4 200 | 49 200 |
| 2 | 274 | 3 400 | 39 900 |
| 3 | 218 | 2 450 | 28 800 |
| 4 | 156 | 1 500 | 17 600 |

TABELA 5

**Costul energiei**

| Nr. crt. | $T_{efluent}$ °C | S, m² | kwh/an | Cost energie $/an |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 319 | 135 | 136 000 | 1 360 |
| 2 | 274 | 122 | 12 000 | 1 200 |
| 3 | 218 | 105 | 104 000 | 1 040 |
| 4 | 156 | 77 | 80 000 | 800 |

Deoarece o recuperare avansată a căldurii conduce la aparate al căror cost este mare, iar costurile anuale (faţă de amortizare + costul de operare) nu scot în evidenţă acest aspect, trebuie avută în vedere investiţia iniţială.

În acest articol s-a înfăţişat numai aspectul general. Pentru fiecare caz concret, în funcţie de condiţiile specifice ţării, firmei, unităţii industriale în care este integrat obiectivul (instalaţia) se pot lua decizii diferite. În orice caz pentru fiecare instalaţie, cu atît mai mult în ţările în curs de dezvoltare, se impune o analiză atentă a implicaţiilor economice ale soluţiei tehnice şi alegerea variantei optime dictată de ansamblul condiţiilor în care se operează.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Edmister, W. C. Applied hydrocarbon thermodynamics, **1**, Hou on, Texas, 1961, **ch** 12, p. 116—132.
2. Guthrie, K. M. şi Grace, W. R. & Co., Chemical engineering **76**, nr. 6, 1969, p. 114—129.
3. Maxwell, I. B. Data book on hydrocarbons, New York, 1967, p. 10—127.
4. Caujar, L. N. şi Manning, F.S. Thermodynamic properties and reduced correlations for gases, — Houston 1967.
5. Oil week, **19**, nr. 33, 7 oct. 1968, p. 27.
6. * * * Chemical engineering progress, noiemb. 1969, p. 62.

# DOCUMENTARE

Timofeev, N. S. **Situaţia şi problemele dezvoltării forajului de mare adîncime în U.R.S.S.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 10, oct. 1972, p. 1.

Se prezintă date cu privire la situaţia forajului adînc şi de mare adîncime în U.R.S.S., forajul adînc fiind considerat la peste 4 500 m şi de mare adîncime — la peste 6 000 m.

Forajul la peste 4 500 m în U.R.S.S. a început practic din anii 1954—55 şi a crescut de la 4 800 m în 1955 la 460 000 m în anul 1971.

S-au forat pînă acum patru sonde de mare adîncime: 1 AralSor la 6 802 m 100 Şahovaia Kosa la 6521 m, 2 Medvedovskaia la 6 320 m şi 8 Temirgoevskaia la 6 012 m.

În prezent sînt în foraj 20 de sonde de explorare de mare adîncime: cîte trei sonde în ţinutul Krasnodar şi în RASS Ceceno-Ingușă şi Daghestană: cîte două sonde în regiunea Poltava şi R.S.S. Azerbaigeană; cîte o sondă în regiunile Saratov, Volgograd, Ivanovo, Lvov şi Cernigov, ţinutul Stavropol şi R.S.S. Cazahă. Din acestea: şase sonde au adîncimea proiectată la 7 000 m, una la 6800 m, una — la 6 600 m, două — la 6 500 m, una — la 6 100 m şi restul de nouă —la 6 000 m.

Sondele SG—2 Biikgeal, 1 Gearlî şi 47 Zamankul cu adîncimi proiectate la 7 000 m se sapă cu utilaj nestandardizat.

Conform planului pentru cele mai importante lucrări de cercetări ştiinţifice, în prezent se forează pe Scutul Baltic sonda cu adîncimea proiectată la 15 000 m şi se duc lucrările pregătitoare pentru săparea sondei de mare adîncime în zona maximului gravitaţional din raionul Saatlî a R.S.S. Azerbaigean. Forajul acestor sonde se execută cu utilaj şi scule standardizate. În prezent talpa sondei de pe Scutul Baltic este la circa 5 000 m.

De asemenea, se arată mijloacele tehnice de îmbunătăţire a indicatorilor de foraj a sondelor elaborate în ultimul deceniu şi se relevă problemele ce stau în faţa acestui sector de foraj.

Kurepin, V.I. **Cu privire la capacitatea de absorbţie a energiei la dislocarea rocilor prin forajul rotativ.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 10, oct. 1972, p. 11.

Articolul se ocupă cu studierea capacităţii de absorbţie a energiei la dislocarea rocilor şi căutarea de noi criterii pentru evaluarea procesului de foraj şi pentru modelarea lui.

Se arată limitele pentru mărimea presiunii hidrostatice, în care ea se manifestă negativ asupra lucrului mecanic specific şi a vitezei mecanice de foraj şi influenţa vitezei de rotaţie asupra momentului specific. Se leagă capacitatea de moment şi tipul de sapă de natura rocii concrete forate.

Graifer, V.I. **Cu privire la problemele chimizării industriei petroliere.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **50** nr. 10, oct. 1972, p. 27.

Pentru zonele aflate în exploatare, calea dezvoltărilor intense constă în urmărirea coeficientului de recuperare prin aplicarea metodelor de acţionare chimică şi fizico-chimică asupra stratelor productive, printre care se citează: sulfonarea subterană a stratului petrolifer cu acid sulfuric pentru crearea bordurii şi împingerea ei cu agenţi obişnuiţi în tot lungul stratului, îngroşarea agenţilor de împingere cu trinatriufosfat sau poliacrilamidă, injectarea agenţilor uşor filtrabili şi de umplere, termoacidizarea zonelor de talpă a sondelor de injecţie, acoperirea cu răşini epoxidice a utilajului pentru prevenirea parafinării, utilizarea intensă a inhibitorilor de coroziune, injectarea direct în sondă a reactivilor dezemulsionanţi cu dispozitive speciale de dozare, utilizarea substanţelor de încleiere pentru repararea utilajului de schelă (rezervoare, chiar conducte sub presiune) ş.a.

Turapov, M.H. ş.a. **Tratarea fluidelor de foraj cu polimerul K-4.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 10, oct. 1972, p. 14.

În articol se prezintă rezultatele cercetării experimentale a influenţei tratării cu polimerul K—4 (produs incomplet hidrolizat al poliacrilonitrilului cu hidroxidul de sodiu — în proporţie de 2,5 :1,0) asupra caracteristicilor hidraulice ale curentului de fluid de foraj, precum şi rezultatele încercărilor industriale a acestui reactiv stabilizator la săparea mai multor sonde de explorare. Pentru determinarea eficienţei tratării s-au calculat viteza mecanică medie şi avansarea pe sapă.

Se subliniază faptul că reactivul polimer K—4 este în acelaşi timp o substanţă lubrifiantă a fluidului de foraj, mult mai eficientă în comparaţie cu ţiţeiul şi graficul larg folosiţi în tehnica forajului.

Porada, A. S. ş.a. **Protejarea coloanelor de degradare la frezarea cu sapele a dopurilor de ciment.** În: Burenie, nr. 10, oct. 1972, p. 19.

Se analizează procedeul de prevenire cu ajutorul stabilizatorilor a degradării coloanelor la frezarea în ele cu sapele a dopurilor de ciment.

Rezultatele obţinute au permis:

a) determinarea valorii forţei de apăsare a stabilizatorului în peretele sondei verticale şi a forţei orizontale de deviere la sapă;

b) constatarea că mărimea forţei orizontale de deviere la sapă, cînd în coloană se frezează dopul de ciment, ajunge la valori foarte mari, ceea ce poate duce la degradarea coloanei;

c) propunerea unui nou procedeu de protejare a coloanelor de la degradarea lor cu sapele de frezare a cimentului, prin utilizarea stabilizatorilor plasaţi deasupra sapelor cu asigurarea unui raport mai mare de trei, între lungimea şi diametrul stabilizatorilor.

Katenev, E.P. ş.a. **Reducerea rezistenţelor hidraulice la cimentarea sondelor.** În: Burenie, nr. 10, oct, 1972, p.22.

Se descriu, în cazul cimentării coloanelor, posibilităţile reducerii substanţiale a rezistenţei hidraulice prin adaosuri în cantităţi infime de combinaţii chimice macromoleculare. Se arată cum se modifică rezistenţa hidraulică în raport cu cantitatea de reactiv introdusă în pasta de ciment şi în lichidul tampon, respectiv a reactivului: amidonului tratat, lignosulfonatului de calciu oxidat, metilcarboximetilcelulozei şi oxipropilcarboximetilcelulozei.

Se dau reţete pentru tratarea pastelor de ciment şi a lichidelor tampon folosite la cimentarea sondelor, la care există pericolul de pierdere a fluidului în strat, tratarea urmărind reducerea filtraţiei şi micşorarea coeficientului de rezistenţă hidraulică (cu 24—30%). Aceste reţete sînt utile mai ales la cimentarea sondelor adînci (peste 4 500 m), unde forajul prezintă dificultăţi datorită pierderilor de noroi.

Paşkov, D.N. **Utilizarea răşinii MFF—M pentru combaterea pierderilor fluidului de foraj.** În: Burenie, nr. 10, oct. 1972, p. 33.

În prezent pentru prevenirea şi lichidarea pierderilor fluidului în cursul forajului sondelor se aplică diferite procedee şi materiale, care se aleg în funcţie de condiţiile geologice concrete. Din experienţa materialelor de obturare, s-a constatat că cele mai perfecte şi cu cele mai mari perspective pot deveni răşinile sintetice.

Pentru alegerea compoziţiilor eficiente de lichidare a pierderilor fluidului de foraj s-au cercetat soluţiile cu noua modificaţie a răşinii MFF—M (răşină obţinută din uree, formaldehidă şi furfurol). Pentru solidificarea soluţiilor s-au încercat acidul oxalic, clorura ferică şi clorura de amoniu, precum şi concentratul de acizi micromoleculari.

Încercările la scară industrială a răşinii MFF—M au confirmat rezultatele cercetărilor de laborator şi au arătat că utilizarea soluţiilor pe baza acestei răşini permite în comparaţie cu alte răşini reducerea consumului de materiale scumpe şi scurtarea duratelor de priză pînă la 15...30 min chiar în cazul unor temperaturi pozitive joase.

* * * **Petrol în S.U.A.** În : Petrole informations nr. 1248, 1972, p. 41.

În raportul privind primele şase luni ale anului trecut, asociaţia americană de producători independenţi de petrol prevede că, consumul de petrol şi produse petroliere în SUA în acest an va depăşi cifra de 855 mil. t ; la sfîrşitul anului trecut cererea a atins cifra record de 810 mil. t.

Pentru a satisface cererea în acest an, asociaţia estimează că în S. U. A. va trebui să se mărească importul de petrol, cu atît mai mult, cu cît producţia naţională descreşte continuu. Potrivit estimărilor acestei asociaţii, importul va atinge în acest an 294 mil. t de petrol, faţă de 236 mil. t în anul trecut.

Se prevede că producţia în acest an va fi de 462 500 000 t (faţă de 472 300 000 t în anul 1972).

J .C. Mc. C a s l i n. **Ce s-a descoperit în Arctica Canadiană.** În : Oil Gas **70**, nr. 43, oct 23, 1972, p. 69.

Cu toate condiţiile dificile geologice şi climaterice s-au făcut cîteva descoperiri foarte importante. În delta fluviului Mackenzie s-au descoperit cinci zăcăminte. Primul, la Atkinson Point în Peninsula Toktoyaktuk, a debitat 400 t/zi din Cretacic inferior. Zăcămîntul Mayogiak la 36 km sud, a erupt ţiţei şi gaze de la 1 158 m în Cretacic şi ţiţei de la 2 865 m în mijlocul unui recif Devonian.

A urmat o descoperire la Taglu 6—33 în insula Richards din deltă, producînd gaz şi condensat, apoi Mallik L—38 cu producţie din strate terţiare la mică adîncime. Rezervele ambelor sonde se estimează la 840 miliarde $m^3$.

În septembrie 1972 s-a găsit petrol în deltă la IVIK J—28. Mai multe strate aflate mai jos de 2 470 m au produs ţiţei şi gaze la proba prin prăjini.

Delta formează un mare bazin conţinînd succesiuni foarte groase de nisipuri şi marne în structuri uriaşe. Secţiunile mezozoice şi neozoice au o grosime de peste 9 000 m.

În afară de Delta Mackenzie cu un potenţial de 5 miliarde tone ţiţei mai sînt bazinul Sverdrup şi Insulele Arctice cu un potenţial estimat de 7 md. $m^3$ şi pe mare la coasta de est cu un potenţial de 5 mdt.

Rezervele de gaze din regiunea rîului Mackenzie se estimează la 5 880 miliarde $m^3$ şi cele din Insulele Arctice la 8 400 md. $m^3$ t.

După estimaţii recente rezervele de ţiţei recuperabile la nord de paralela 60 în Canada, Alaska, U.R.S.S. şi Europa ar depăşi 80 miliarde t şi 90 000 miliarde $m^3$ gaze.

* * * **Iranul exportator de gaze naturale lichefiate.** În : Petroleum Press Service, nr. 1248, 1972, p. 37

Societatea americană International Systems and Control Corp. din Houston (Texas) şi societatea naţională iraniană NIGC (National Iranien Gas Co.) au înfiinţat o filială comună, Kangan Liquefied Natural Gas Company (Kalingas) pentru realizarea unei uzine de lichefiere a gazelor naturale cu o capacitate de 12 miliarde $m^3$/an pe teritoriul iranian, în asociaţie cu societăţi japoneze şi norvegiene. Acest proiect a cărui realizare va costa 700 mil. dolari, în două faze, va fi finanţat de către un sindicat internaţional bancar şi printr-un împrumut garantat de Banca de import şi export din S.U.A. Kalingas urmează să exporte gaze naturale lichefiate în S.U.A., Japonia şi America de Sud.

Uzina de lichefiere a gazelor naturale urmează să fie construită la Kangan, pe ţărmul Golfului Persic, la circa 160 km la sud de Bushehr şi va fi alimentat din zăcămintele de gaze naturale din apropiere. Într-o primă fază, uzina de la Kangan va lichefia 13 miliarde $m^3$/an gaze naturale pentru a produce 8 miliarde $m^3$/an gaze lichefiate. În faza a doua, uzina care va fi compusă din şase unităţi de lichefiere, va fi alimentată cu 20 miliarde $m^3$/an gaze naturale şi va produce 12 miliarde $m^3$/an gaze naturale lichefiate. Asociatul japonez —Nissho-Iwai—va asigura transportul şi distribuţia gazelor naturale lichefiate pe piaţa japoneză, iar asociaţii norvegieni, Halfdan Dillev — Simomsen şi Fred Olsen vor pune la dispoziţie mijloacele de transport peste ocean (13—19 vase metaniere). Darea în funcţiune a instalaţiilor este prevăzută pentru anul 1976.

* * * **Descoperire de gaze naturale în Canada.** În : Pétrole informations, nr. 1248, 1972, p. 31

Mobil Oil Texas Eastern Transmission Corp a înregistrat o nouă descoperire de gaze naturale la sonda Thebaud P 84, în Oceanul Atlantic, la 27 m adîncime a apei, la 10 km sud-vest de insula Sable (în largul coastelor Noii Scoţii).

Sonda Thebaud P 84 forată pînă la 4 050 m adîncime a întîlnit cinci orizonturi productive între 2 910 şi 2 780m, dînd în total 1 300 000 $m^3$/zi gaze naturale. Alte încercări urmează să fie efectuate în alte straturi. Trei dintre orizonturile productive au dat 20 t/zi condensate de 46—48° API.

În această regiune au mai fost descoperite gaze naturale la vest de insulele Sable, la sonda E 48 şi 47, la 1 600 m mai la est.

A u l r i d g e, L. **Succesul Nigerian un stimulent pentru statele vecine.** În : Oil Gas J. **70**, nr. 37, 11 sept, 1972, p. 60.

Recordul stabilit de Nigeria în dezvoltarea producţiei de petrol este un stimulent pentru celelalte state de pe coasta Golfului Guineii. S-au dat permisie de exploatare atît pe uscat, cît şi pe mare la 40—50 societăţi.

În ultimii ani s-au descoperit şi pus în producţie zăcăminte în Angola şi pe mare dincolo de ţărmul enclavei Angoleze, Cabinda, pe mare în faţa Gabonului şi pe uscat şi pe mare în Republica Populară Congo (Brazzaville). Republica Zair are unele indicii promiţătoare pe uscat.

În Nigeria zeci de şantiere aşteaptă încă să fie puse în producţie. Una din descoperirile recente situată la aproximativ 60 km sud de Portue Harcourt a erupt 2 660t/zi din două zone, sonda 2 Middleton la 1,8 km sud de şantierul Penington a produs 985 t/zi din trei zone, iar sonda 1 Ayala a produs cu un debit total de 754 t/zi din două zone. Astfel, din şantierele ce produc în prezent, producţia Nigeriei pentru primul semestru al anului 1972 a fost de aproximativ 250 000 t/zi, foarte aproape de producţia Libiei, statul cu cea mai mare producţie de ţiţei din Africa.

În Gabon se speră să se ajungă la 20 000 t/zi.

Cabinda are în prezent o producţie de 18 500 t/zi şi ultimile două sonde de exploatare au dat cîte 700 şi 600 t/zi.

Producţia Angolei este mai mică, aproximativ 2 000 t/zi, dar se aşteaptă la o creştere rapidă.

Congo (Brazzaville) are o producţie puţin importantă de 40—70 t/zi dar s-au mai descoperit şantiere ce încă nu au fost puse în producţie, iar Zair îşi pune speranţele într-un şantier descoperit pe uscat în Bas Zaire, deşi producţia pe sondă este mică, 51—85 t/zi. Celelalte state nu au în prezent producţia de petrol.

* * * **Explorare geologică submarină.** În : Pétrole informations nr. 1248, 1972, p. 45.

Perforatorul Vibreon a fost construit pentru explorarea geologică a zonelor din largul coastelor şi, în special, a platformei continentale. Acest aparat, pus la punct în colaborare cu Institutul de ştiinţe geologice din Edimburg este folosit la bordul unei nave, fiind telecomandat de la un pupitru de control aşezat pe puntea vasului.

Perforatorul are ca scop extragerea de probe din rocile sedimentare, de 6 m lungime şi de 6, 10 sau 20 cm diametru. De asemenea, poate extrage probe de 4,50 m lungime din roci dure. Majoritatea operaţiilor pot fi efectuate pînă la 900 m adîncime. Braţul aparatului se compune din trei ţevi de 35 cm diametru asamblaate la 1,50 m de ţeava centrală şi este completat cu picioare pivotante comandate hidraulic şi cu sistemele de ghidare ale unităţii de foraj. Toate echipamentele electrohidraulice sînt plasate în ţevile de 35 cm diametru şi funcţionează în baie de ulei.

Perne elastice compensează variaţiile de presiune în funcţie de adîncime.

Aparatul este construit de către Vacuum Engineering (Scoţia) la Motherwell.

D a u b e n, D. L. şi F r o n i n g, H. R. **Soluţiile micelare stimulează sondele.** În : Oil Gas J., **70**, nr. 38, 18 sept. 1972

Concentratele micelare sînt compuse dintr-un amestec echilibrat de petrol lampant, o substanţă tensio-activă pe bază de sulfonat petrolier şi alta pe bază de alcool.

Societatea Amoco Production Co a tratat cu acest material 22 de sonde de injecție din nouă șantiere diferite pentru a îmbunătăți receptivitatea la apă. Din aceste tratamente 14 (65%) au avut rezultat.

S-au tratat și trei sonde productive : la o sondă s-a obținut o creștere stabilizată a cantității de țiței de la 4 b/d (640 l/zi) la 14 b/d (2 240 l/zi), iar la o sondă în Louisiana care nu producea, s-a obținut o producție de 100 b/d (~16 000 l/zi) în urma tratamentului. Totuși la cea de a treia sondă din Grayburg-West Texas în urma tratamentului nu a mai produs, probabil din cauza blocării cu emulsia formată în strat cu apa foarte salină combinată cu presiunea foarte mică a stratului (100 pse = 7 kgf/cm²).

A b d u l z a d e, A.M. ș.a. **Influența geometriei fațetei active a diamantului asupra intensității de dislocare a rocilor.** În : Mașini i nefteanoe oborudovanie, nr. 9. sept. 1972, p. 26.

La actualele saipe și capete cu diamante de diferite construcții fațeta activă a diamantului apare din corpul matricei cu 0,60...1,20 mm și determină astfel pătrunderea maximă posibilă în roca din talpa sondei.

Pentru studierea caracterului și influenței formei active a fațetei diamantului asupra intensității de dislocare a diferitelor roci, s-au efectuat mai multe serii de experiențe în condiții de laborator cu o instalație specială asambalată cu utilizarea aparatului Vikers. S-au experimentat diamante avînd vîrfurile piramidale, conice și rotunde pe probe de șist argilos, conglomerat și marmură, cercetarea urmărind să determine relația între forța de tîrîre $P_v$ și apăsarea axială $P_O$ pe diamant, precum și stabilirea influenței formei fațetei active a diamantului asupra intensității de dislocare a rocilor încercate. Pentru estimarea intensității de dislocare cu un diamant s-a adoptat raportul între lățimea dîrei lăsată de diamant pe suprafața rocii și adîncimea de pătrundere a lui în rocă.

Se expun rezultatele acțiunii diferitelor granule de diamante și se prezintă analizarea datelor experimentale obținute.

A s a d o v, M.M. ș.a. **Regulator de debit pentru apa injectată în strat.** În : Mașini i nefteanoe oborudovanie, nr. 9, sept. 1972, p. 16.

În cursul injectării apei pentru menținerea presiunii de strat, în sistemul ,,pompă — strat'' adesea apar oscilații de presiune de injecție, care implică variația volumului de apă pompată. Aceste oscilații sînt inevitabile, datorită modificării în timp a permeabilității stratului și influențează în mod substanțial asupra stabilității funcționării sistemului ,,pompă — strat''.

Un birou special de proiectări pentru exploatare simultană și separată a stratelor a elaborat un regulator de debit (tip 1 UP—50) pentru menținerea debitului fixat de apă de injecție, independent de mărimea variației presiunii în linia de injecție.

Se descrie construcția regulatorului de debit elaborat, montajul la armătura de la gura sondei și legătura cu linia principală de injecție a apei. Se arată rezultatele pozitive ale încercărilor industriale la mai multe grupuri industriale de exploatare cu concluzii de punerea regulatorului în fabricație de serie.

S i t d î h o v, G. A. **Pacherul — racord SZ pentru spațiul inelar.** În : Mașini i nefteanoe oborudovanie, nr. 9, sept. 1972, p. 5.

Se prezintă construcția pacherului — racord pentru cimentarea combinată în două etape a coloanelor de burlane, în condițiile cînd în sondă se mai produc încă pierderi de noroi și transvazări de fluid între stratele neizolate. Se descrie schema și construcția legăturilor la gura sondei necesar în cazul prezenței în componența coloanei de tubaj a pacherului — racord SZ. Particularitățile constructive ale pacherului — racord permit efectuarea, în diferitele stadii de cimentare a coloanelor, izolării parțiale a spațiului inelar în intervalele stabilite și umplerii succesive a acestui spațiu izolat cu pasta de ciment tratată. Se dau caracteristicile tehnice ale dispozitivului de fund descris în tehnica efectuării operațiilor după schema elaborată.

* * * **Dispozitiv pentru reducerea procentului de plumb în gazele de eșapare.** In : Petrolé informations, nr. 1250, 1972, p. 35.

În Marea Britanie s-a construit un dispozitiv de absorbție a plumbului din gazele de la eșapamentul autovehiculelor. Folosirea acestui dispozitiv ar putea evita reducerea conținutului de plumb în benzinele auto. Dispozitivul se compune dintr-un recipient din tablă învelit cu lînă din oțel inoxidabil cu alumină, care înlocuiește toba de eșapament. Compușii plumbului sînt opriți atît prin absorbție, cît și prin reacție chimică. În același timp este redus și zgomotul.

Încercări ale prototipului au fost efectuate în paralel la bancul de probă și la drum, atît în Marea Britanie, cît și în alte țări. Reducerea emisiunilor de plumb a atins 70% fără a influența sensibil randamentul vehiculelor. Durata de viață a acestor dispozitive ar fi cel puțin egală cu cea a tobei de eșapament clasice — 40 000 km în medie.

O instalație pilot a fost construită la Manchester pentru punerea la punct a metodelor de producție. De asemenea, vor fi întreprinse încercări pe termen lung pentru a determina dacă aceleași rezultate pot fi obținute folosind aparate construite după procedeele fabricației de serie.

* * * **Cea mai lungă conductă de gaze naturale din Europa.** În : Petrolé informations, nr. 1248, 1972, p. 25

Cea mai lungă conductă europeană de transport al gazelor naturale este cea între Olanda și Italia, și anume de 38'' diametru, care va trece prin Republica Federală a Germaniei și prin Elveția, de 816 km lungime. Conducta va fi terminată la sfîrșitul acestui an. Ea va aproviziona Italia și Elveția și eventual Republica Federală a Germaniei, din zăcămintele de la Dremthe, în Olanda, ajungînd la Mortara, în apropiere de Pavia, unde gazele naturale vor putea fi introduse în rețeaua Snam.

Conducta a fost construită în urma acordului încheiat în anul 1970 între Nam Gas Export și ENI pentru a importa în Italia 6 miliarde m³/an gaze naturale din Olanda. Conducta va transporta de asemenea 500 mil. m³/an gaze naturale pentru Elveția. Capacitatea conductei va putea fi mărită pînă la 9,75 miliarde m³/an.

După ce traversează frontiera olandeză în apropiere de Aix la Chapelle, conducta străbate 480 km în Republica Federală a Germaniei, traversînd trei cursuri de apă : Mosella (pe o lățime de 188 m), Rinul în apropiere de Karlsruhe (490 m) și în apropiere de Rheinfelden (257 m) la frontiera elvețiană.

În Elveția conducta traversează munții Jura și podișul în regiunea Aarau-Olten, valea Suhrului, Entelbuch, Sorenberg, valea rîului Hasli și valea rîului Conches trecînd prin cantoanele Bâle-Campagne, Argovia, Soleure, Berne, Lucerna Obwald și Valais. În Munții Alpi trece prin 13 tunele, în lungime totală de 36 km. La frontiera elvețiană, conducta atinge o altitudine de 2 400 m la Gries.

La construcția acestei conducte au fost luate toate măsurile pentru a proteja ecologia mediului înconjurător.

Conducta este echipată cu cinci stații de compresiune echipată fiecare cu două compresoare de 14 600 CP și două centre de măsurare și control telecomandate, instalate în clădiri insonorizate și protejate contra incendiului. Stațiile de control și de măsurare a debitului situate la frontiera germano-elvețiană și italo-elvețiană vor fi dotate cu un sistem digital cu calculator electronic care va supraveghea atît volumul, cît și calitatea gazelor naturale. Principalele produse de control vor fi la Bocholtz în Republica Federală a Germaniei și la Wallbach în Elveția. Toate centrele de control și de măsurare vor fi în permanență în legătură printr-un sistem de telecomunicație, ca și stațiile de compresiune.

* * * **Menţinerea gazelor de sondă lichefiate în stare gazoasă în conducte.** În : Petrolé informations nr. 1 248, 1972, p. 48.

Isopad a pus la punct un dispozitiv de reţea de încălzire electrică pentru conductele de gaze de sondă lichefiate, care constă dintr-o bandă de încălzire electrică legată la termostate de suprafaţă. Acest dispozitiv menţine gazele de sondă, după ce au fost evaporate la o temperatură superioară punctului de rouă astfel încît să se evite relichefierea.

Banda este formată din elemente de cupru sau din aliaj de nichel, izolate şi acoperite cu pînză de sticlă impregnată cu siliconi, protejată de un înveliş exterior din oţel inoxidabil.

Pentru a obţine efectul termic dorit, banda este aşezată în lungul părţii inferioare a conductei sau este înfăşurată în formă de elice în jurul conductei.

Fiecare termostat, care are drept scop să menţină temperatura la nivelul cerut, este constituit dintr-un element sensibil termic fixat în exteriorul conductei şi legat printr-un tub capilar la masa de control. După ce s-au montat banda şi termostatele, conducta este izolată din punct de vedere termic printr-un strat de lînă minerală sau alt material asemănător.

* * * **Conducta de transport a gazelor naturale din U.R.S.S. în Austria.** În : Petrolé informations nr. 1 248, 1972, p. 27.

În afară de gazele naturale din Olanda, Snam va importa 6 miliarde $m^3$/an gaze naturale din U.R.S.S. printr-o conductă de mare diametru de 384 km lungime în Austria şi 390 km lungime în Italia pînă la Sergnano, în apropiere de Cremona, unde va fi racordată la reţeaua de distribuţie a Snam.

Ca şi conducta între Olanda şi Italia, această conductă poate fi considerată ca scheletul unei viitoare reţele europene de conducte de transport al gazelor naturale.

Gazele naturale din U.R.S.S. vor fi livrate societăţii Snam la Baumgarten, la frontiera între Austria şi R.S. Cehoslovace. Conducta va trece prin Austria de sud, prin Gurgenland, Stiria şi Carintia pentru a ajunge în Italia la Tarvisio.

În Italia conducta va trece prin Val d'Ana, via Vincenza, Verona şi Brescia pînă la Sergnano. Acest traseu prezintă dificultăţi, dar a fost adaptat după ce au fost studiate diferite alte aspecte.

În Austria, conducta traversează 90 de canale, de 100 ori calea ferată şi şosele cu circulaţie intensă, 14 cursuri de apă dintre care Dunărea şi rîurile Drau şi Mur.

În Italia traseul este tot atît de diferit, traversează 130 cursuri de apă dintre care Branta, Tagliamento, Piave, Adigele, Mincio şi Olglio, 23 căi ferate, 4 autostrăzi, 20 de şosele naţionale şi 150 de şosele cu mare circulaţie. Pentru traversarea munţilor în Austria şi Valea Padului, au fost realizate numeroase lucrări de protejare, şi anume în zonele de avalanşe şi de alunecări de teren. S-au construit de asemenea, tunele pînă la o altitudine de 1 000 m.

* * * **Automobile alimentate cu gaze naturale lichefiate.** In : Petrolé informations, nr. 12, 1972, p. 41.

Linde A.G, în asociaţie cu Atlas Coper, a pus la punct un sistem de automobil care este acţionat cu gaze naturale lichefiate. Gazele sînt păstrate într-un rezervor care le menţine la temperatura de — 160°C şi sînt apoi introduse în motor în stare gazoasă.

Sistemul Linde constă în esenţă în aceste noi mijloace de păstrare a gazelor naturale la temperaturi foarte scăzute în condiţii perfecte de securitate.

În prezent, noul sistem este experimentat pe un autobuz Daimler Benz. Se prevede ca acest sistem de alimentare să fie folosit în special pentru transportul în comun.

* * * **Regulator de presiune.** În : Petrolé informations, nr. 1 248, 1972.

Societatea americană Fairehild Hiller oferă un regulator de presiune „Fairehild 200 × LR" care este un releu amplificator de volum cu o mare capacitate de scăpare egală cu debitul livrat ; astfel, pentru o ridicare de presiune în oval de 0,35 bar peste valoarea fixată, debitul de scăpare este de 550 $Nm^3$/h.

O aplicaţie interesantă a acestui aparat este la umplerea (sau golirea) unui rezervor în care este necesar să se menţină o anumită presiune din motive de siguranţă ; de exemplu, pentru lichidele uşor inflamabile se menţine în interiorul rezervorului o presiune printr-un gaz neutru. În timpul umplerii rezervorului, presiunea creşte direct proporţional cu debitul lichidului care intră în rezervor ; pentru a menţine presiunea constantă în rezervor, trebuie să se evacueze tot atîta gaz neutru cît lichid este introdus. În momentul golirii rezervorului, operaţiile sînt inversate. Cu ajutorul acestui regulator XLR se poate umple (sau goli) un rezervor cu o viteză de 9 $m^3$/min.

Caracteristicile acestui regulator sînt :

— debit maxim 5 000 $Nm^3$/h ;
— capacitatea de scăpare (pentru o suprapunere în oval de 0,25 bari) 550 $m^3$/h ;
— sensibilitate 2,5 m bari ;
— efectul unei variaţii a presiunii de alimentare sub 7 m bari pentru o variaţie a presiunii de 7 bari.

G a r d n e r, F. J. **Creşterea comerţului de gaz natural lichefiat.** In : Oil Gas J. **70**, nr. 37, sept. 11, 1972, p. 52.

Pe insula Kharg din Golful Persic, o societate Iramano-japoneză a construit o instalaţie de lichefiere a gazului natural care va costa 600 mil. dolari. Aceste costuri cuprind cheltuielile necesare pentru instalaţia de lichefiere, a dezvoltării a cinci şantiere din apropiere de Gach Saran şi a unei conducte de gaze de 347 km lungime.

Japonezii vor finanţa întreaga operaţiune care va începe să producă în 1976 şi va furniza Japoniei 16,25 mil. $m^3$ gaze pe zi timp de 20 de ani.

În acelaşi timp s-a anunţat vă se vor comanda cinci mari metaniere de capacitate echivalentă cu 77 mil. $m^3$ gaz la un cost total de 400 mil. dolari.

În prezent, în afară de Japonia mari consumatori de gaz natural lichefiat sînt Statele Unite şi Europa de Vest.

Producătorii cei mai importanţi sînt Algeria (instalaţia de la Arzew) şi Alaska.

În curînd capacitatea de lichefiere mondială se va mări prin instalaţiile în curs de instalare sau contractare de la Brunei (Kalimantan = Borneo) şi Trinidad.

Se prevede însă că şi în alte state producătoare de petrol se vor construi astfel de instalaţii între care se menţionează Abu Dhabi, Australia, Ecuador, Nigeria, Indonezia, Sarawak, Venezuela, Marea Nordului, Qatar, Pakistan şi U.R.S.S.

Deşi în prezent producţia de gaze naturale lichefiate se ridică numai la 18,3 mil. $m^3$/zi se prevede ca în 1978 această cifră să se ridice la 154 mil. $m/^3$zi.

# INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

**În U.R.S.S.**, s-a descoperit un nou zăcămînt de petrol în Tadjikistan, la circa 80 km nord de frontiera cu Afganistanul. Sonda a dat un debit de 2 600 t/zi de petrol cu o densitate foarte mică.

**In Canada** Societatea North Canadian Oil Ltd. a descoperit, în sud estul statului Saskatchewan, rezerve de gaze naturale estimate în prezent între 5,5 şi 8,5 miliarde $m^3$; acestea se adaugă la cele 13 milarde $m^3$ descoperite în vestul Canadei.

**In Polonia** s-a încheiat un acord cu societăţile japoneze Marubeni Corporation şi Japan Gasoline Company pentru construirea unei rafinării cu o capacitate de 1,5 mil. t/an. Costul lucrărilor este de 12,6 mil. dolari. Unitatea de cracare catalitică va folosi procedeul UOP. Rafinăria va intra în funcţiune în anul 1974. În Franţa la sfîrşitul anului trecut au fost date în funcţiune cele două porţiuni de 40" diametru ale conductei sud europene de transport al petrolului care unesc Lyon cu Besancon şi Besancon cu Strasbourg.

**Ungaria** importă circa 200 000 t/an din Irak, urmînd ca, pînă în 1980, cantitatea de petrol importată să crească pînă la 5—8 mil t.

**In Peru**, Occidental Petroleum a făcut o descoperire importantă în estul ţării, pe malurile rîului Rio Pastaza la 50 km de frontiera cu Ecuador. Producţia este estimată la 1200 t/zi.

**In Italia**, s-au descoperit gaze naturale lîngă Foggia — Sonda Palmori 1, a dat 40 000 $m^3$/zi de la o adîncime de 1068—1079 m. Forarea continuă în Miocen.

**In Republica Federală a Germaniei**, societatea Nord-West Kavernen Geselschaft care exploatează la Rüstringen, în apropiere de Wilhelmschaven un depozit subteran în masive de sare, a cărui capacitate va fi de 5 700 000 $m^3$ la sfîrşitul acestui an, a decis efectuarea a 20 cavităţi suplimentare reprezentînd o capacitate de 7 000 000 $m^3$. În final, depozitul va avea o capacitate globală de 17 000 000 $m^3$, devenind astfel cel mai mare depozit de petrol din lume. Aceste cavităţi realizate la 1 000 m adîncime au 30 m diametru şi 400 m înălţime. Guvernul de la Bonn a dispus construirea la Etzel, la 20 km de Wilhelmshaven, a 30 cavităţi cu o capacitate globală de 10 000 000 $m^3$ care vor servi la depozitarea rezervei federale decisă de Bundestag.

**In Republica Federală a Germaniei** a fost dată în funcţiune conducta de transport al gazelor naturale, de 50 km lungime, între Lampertheim şi Kirlach cu o capacitate de 315 000 $m^3$ şi o presiune de 67,5 kg/$cm^2$, care a costat 20 milioane DM

Această conductă, cu un diametru de 600—700 mm, este cea mai mare din reţeaua Gasversorgung Süddeutschland Gmbh, care se întinde pe o distanţă de 1 000 km şi deserveşte peste 250 oraşe şi sate.

**In China** se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 5 600 t/zi la Kaoshing (Taiwan) care urmează să intre în funcţiune în anul viitor. O a doua rafinărie cu aceeaşi capacitate urmează să fie construită în nordul ţării şi să fie dată în funcţiune peste doi ani.

**In Elveţia** se efectuează studii detaliate privind traversarea lacului Geneva de către conducta care va alimenta Elveţia cu gaze naturale din Olanda (conducta Monthey-Orbe-Tolochenez-Geneva).

Caracteristicile principale ale acestei conducte submarine sînt următoarele: lungimea 100 kilometri, diametru 25", adîncime maximă 300 m.

**In Porto Rico** urmează să se construiască o rafinărie cu o capacitate de 2 800 t/zi pentru a produce motorină cu conţinut scăzut de sulf şi benzine grele, care va intra în funcţiune în anul 1975. Costul lucrărilor este de 75 mil. dolari.

**In Canada** rezervele de hidrocarburi din largul coastelor insulei Terra Nova sînt evaluate la 1 miliard t; în anul 1980 producţia va putea fi de 50 000 t/zi.

**In Marea Britanie**, firma Whessoe Ltd va construi două rezervoare de petrol cu o capacitate de 50 000 $m^3$ fiecare pentru depozitul de la Tranmere (Cheshire).

**In Canada** a intrat în producţie zăcămîntul de gaze naturale de la Bruce (Alberta), în care 33 sonde produc 250 mil. $m^3$/an.

**In Republica Federală a Germaniei**, lucrările de modernizare a rafinăriei Esso de la Hamburg constau, între altele, dintr-o unitate de distilare cu o capacitate de 4 500 000 t/an şi o unitate de reformare cu o capacitate de 700 000 t/an. Capacitatea rafinăriei este în prezent de 5 500 000 t/an.

**In Turcia**, în primul semestru al anului 1972, importul de petrol a atins 3 400 000 t (faţă de 2 400 000 t în primul semestru al anului 1971), dintre care circa 2 000 000 t din Arabia Saudită şi 1 100 000 t din Irak.

**In sectorul norvegian** al Mării Nordului, zăcămîntul Torfelt va putea produce 3,5 mil. t/an.

**In S.U.A.** Shell Oil Co va construi la Alamont, în nord-estul Statelor Unite, o uzină de tratare a gazelor naturale, cu o capacitate de 1 100 000 $m^3$/zi, care urmează a intra în funcţiune la sfîrşitul acestui an.

**In Venezuela** capacitatea rafinăriei de la Moron (în vestul ţării) va fi mărită; noile instalaţii constau într-o unitate de distilare sub vid cu o capacitate de 8 000 t/zi, şi o unitate de producere a hidrogenului, cu o capacitate de 70 000 $m^3$/zi şi o unitate de producere a sulfului cu o capacitate de 30 t/zi. Investiţiile necesare sînt de 10 mil. dolari.

**In Ecuador** se va construi o conductă de transport al petrolului de 500 km lungime, dintre care 430 km cu un diametru de 26" şi 70 km cu un diametru de 20". Conducta va fi prevăzută cu cinci staţii de pompare şi patru staţii de reducere a presiunii. Pentru a putea traversa Anzii Cordilieri, ţevile au fost transportate cu helicopterele pînă la altitudini de 4060 m, în terenuri cu totul inaccesbile.

Capacitatea maximă a acestei conducte va fi de 12 500 t/zi şi va putea fi mărită la 20 000 t/zi prin construirea unei staţii de pompare suplimentare. Prin această conductă, petrolul din zăcămintele de nord-est ale Ecuadorului va fi transportat spre rafinăriile de pe coasta Pacificului pentru a fi exportat.

**In Canada**, guvernul de la Ottawa a atribuit societăţii Bain Bros (Edmonton) primul contract pentru construirea unei conducte de transport al petrolului din Africa, proiectată pentru a evacua producţia zăcămintelor din Marele Nord.

Contractul priveşte construirea tronsonului Fort Simpson — Inuwik (75 km). Costul lucrărilor este de 2 300 000 dolari. Conducta va avea o lungime totală de 1 100 km.

**In Japonia** se va construi la Toyosu o uzină de producere a gazelor naturale sintetice, prima în acest fel din ţară, cu o capacitate de 2 mil. $m^3$/zi. Procedeul de fabricaţie folosit va fi cel Gas Council/Power Gas, folosind benzine grele. Costul lucrărilor va fi de 3,5 mil. lire sterline.

**În Italia**, în primul semestru al anului 1972, au fost produse 6 983,7 mil. $m^3$ gaze naturale (față de 6 546 mil. $m^3$ în aceeași perioadă a anului 1971) și 576 254 t petrol (față de 644 188 t în aceeași perioadă a anului 1971).

**In Australia** cheltuielile necesare pentru căutarea de noi zăcăminte de gaze naturale în platforma continentală se vor ridica la 60 mil. dolari australieni în cursul viitorilor doi ani.

**In Canada** s-au descoperit gaze naturale în regiunea Strachan Ricenus (Alberta). Sonda forată a dat 12 mil. $m^3$/zi la o adîncime de 4143 m.

**In Italia** în primele nouă luni ale anului 1972, rafinăriile au tratat 90 300 000 t petrol (cu 2,6% mai mult decît în aceeași perioadă a anului 1971).

**In Algeria**, unitatea de fabricație de asfalt, cu o capacitate de 650 000 t/an a intrat în funcțiune în anul trecut la rafinăria de la Arzew. Producția va fi consumată pe piața internă și va necesita 160 000—180 000 t petrol importat din Orientul Mijlociu.

**In Japonia**, în anul trecut au intrat în funcțiune noi capacități de rafinare totalizînd 24 500 t/zi, prin extinderea a nouă rafinării și intrarea în funcțiune a unei noi rafinării de 3 000 t/zi capacitate la Sakaide (Skilolu).

**In Iugoslavia** în anul 1971 rafinăriile au tratat 2 748 000 t petrol național (față de 2 660 000 t în anul 1970) și 8 586 600 t petrol importat (față de 7 091 000 t în anul 1970) și au produs 8 377 000 t (față de 6 968 000 t în anul 1970). Rafinăria de la Ryeka a tratat petrol din Irak și Iran iar rafinăriile de la Brod și Pancevo petrol indigen.

**In U.R.S.S.** se prevede că în Turcmenia se vor produce 65 miliarde $m^3$ gaze naturale în anul 1975 (față de 13 miliarde $m^3$ în anul 1970).

**Siria** a încheiat acorduri pentru a exporta petrol în cursul acestui an. Producția de petrol a Siriei a atins 6,5 mil. t în anul 1971.

**In Anglia** se construiește o conductă de 210 km lungime și 36 " diametru prin care petrolul din zăcămîntul Forties va fi adus la rafinăria din Grangemouth.

Brodero Price Ltd va izola această conductă cu asfalt emailat, acoperit cu un strat de fibre de sticlă și cu pîslă de azbest.

**In Canada** se va construi o rafinărie cu o capacitate de 10 000 t/zi în strîmtoarea Canso (Noua Scoție Orientală) în apropierea noului pod proiectat. Rafinăria va intra în funcțiune peste doi ani și va trata petrol din Orientul Mijlociu; produsele vor fi comercializate pe coasta de est a S.U.A. Costul lucrărilor va fi de 223 mil. dolari.

**In Columbia** societatea de stat braziliană Petrobras proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 75 000 t/an în apropierea zăcămîntului de petrol de la Dina, în valea rîului Magdalena în nord-vestul Columbiei.

Se prevede că rafinăria va fi terminată în anul 1976.

**Zăcămîntul Viking**, situat la 120 km de coastele Lincolnshire, în zona britanică a mării Nordului, a intrat în producție cu 9 mil $m^3$/zi gaze naturale, urmînd să producă în curînd 15 mil. m/zi.

**In U.R.S.S.** se vor pune în exploatare rezervele de gaze (de trilioane de metri cubi) din Turkmenia de sud-est. Se vor săpa sonde de adîncime la 3 000 m pentru a se ajunge la o producție de 100 milioane metri cubi gaze pe zi.

**Cercetătorii japonezi** au descoperit un nou catalizator multimetalic pentru utilizarea în reformarea de joasă presiune. Este o combinație de platină/plumb care conține cadmiu.

După comunicările făcute acest catalizator are o comportare excepțională chiar pentru parafine care pînă în prezent au fost dificil de transformat în compuși aromatici.

Cu toate că plumbul era cunoscut ca o otravă pentru catalizatoarele pe bază de platină, cercetătorii afirmă că în anumite cantități plumbul mărește remarcabil activitatea platinei. Caracteristicile catalizatorului, în curs de dezvoltare, sînt:

— are activitate de dehidrogenare ridicată;
— raportul plumb/platină dorit este mai mic decît trei;
— presiunea preferată este, în general, mai mică de 21 kgf/cm²; izomerizarea este accelerată cînd fracțiunea este mai ușoară decît *n*-heptan, dar aromatizarea devine mai importantă în fracțiunile mai grele;
— viteza de deactivitate este înceată chiar la presiuni de 3,5 la 10,5 kgf/cm²;
— activitatea și stabilitatea a fost menținută echivalentă cu a catalizatorului proaspăt pe o perioadă de 42 cicluri

# RECENZII

C.A. VASILESCU. V. PIMSNER, S. FAUR, G.A. RADULESCU: **Corelaţiile dintre combustibilul lichid şi motorul cu ardere internă**.Ed. Academiei, Bucureşti, 1972, 335 p.

Lucrarea răspunde prin conţinut unor probleme importante puse atît în industria construcţiei de motoare, cît şi în tehnologia de prelucrare a ţiţeiului în vederea obţinerii unor combustibili cu calităţi superioare. Cartea sintetizează rezultatele cercetării şi experienţei de strictă specialitate a autorilor acumulată în cîteva zeci de ani. În cele patru părţi principale ale lucrării se prezintă din punct de vedere calitativ şi în măsura posibilităţilor cantitativ corelaţia dintre necesităţile diferitelor categorii de motoare cu ardere internă şi caracteristicile combustibilului lichid, dînd astfel posibilitatea să se înţeleagă mecanismul acestei interdependenţe.

În prima parte a cărţii (Cap. 1 şi 2) se prezintă caracteristicile combustibililor lichizi şi ale motoarelor construite în ţară. În continuare sînt descrise procesele termice ce au loc în motoarele cu ardere internă. Se tratează curgerea şi felurile curgerii fluidelor, mecanismul de formare a amestecului carburant, aprinderea şi arderea, modele de ardere în diferite categorii de motoare în strînsă legătură cu caracteristicile combustibililor.

În a doua parte a lucrării (Cap. 3-se descriu pe larg compoziţia şi carac) teristicile combustibililor care influenţează funcţionarea motoarelor. Se arată modul de obţinere a diferitelor tipuri de combustibili pentru a satisface exigenţele motoarelor. Proporţia diferitelor hidrocarburi în combustibil se stabileşte în funcţie de caracteristicile pe care trebuie să le îndeplinească combustibilul în funcţionarea motoarelor. Din aceste motive cunoaşterea interdependenţei dintre motorul cu ardere internă şi combustibil are o foarte mare importanţă economică.

A treia parte (cap. 4) a lucrării descrie mecanismul formării depunerilor şi prezintă influenţa diferitelor caracteristici ale combustibililor lichizi asupra formării depunerilor din camerele de ardere ale motoarelor. Din analiza sistematică a acestora se desprind condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească combustibilii pentru a reduce la minimum depunerile ce se formează.

În ultima parte (cap. 5, 6, 7) se analizează influenţa caracteristicilor combustibililor asupra proceselor termice din fiecare categorie de motor (cu aprindere prin scînteie, cu aprindere prin comprimare şi din turbomotorul cu ardere internă). Se are în vedere consumul minim de combustibil, puterea maximă, depuneri reduse, cantităţi mici de noxe în gazele de evacuare şi durabilitate mare în exploatare.

În lucrare se prezintă cele mai noi date privitoare la combustibil şi în special la combustibilii românesti.

Materialul este astfel prezentat încît cititorul poate găsi în cele şapte capitole ale lucrării toate problemele majore legate de procesele termice din motoare, de caracteristicile combustibililor şi corelarea care trebuie să existe între ele. Autorii au ţinut seamă de multitudinea şi complexitatea fenomenelor precum şi de problemele pe care un specialist trebuie să le cunoască pentru a putea alege soluţiile constructive optime în vederea realizării de motoare cu performanţe ridicate şi folosirii cît mai eficiente a combustibililor.

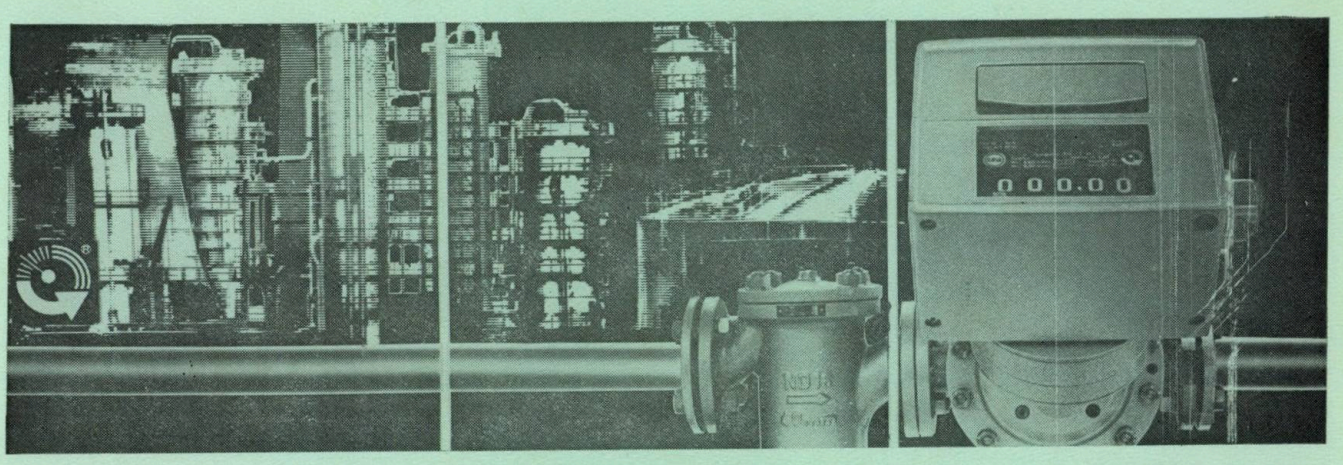
Lucrarea cuprinde metode operative de stabilire a interdependenţei dintre motor şi combustibil, analiza teoretică şi experimentală a formării depunerilor în camerele de ardere a motoarelor. Prin stabilirea teoretică a comportării combustibilului în motor autorii au creat condiţii de eliminare a încercărilor de banc şi de laborator care se efectuau pentru omologarea combustibilului necesar unui anumit tip de motor. Autorii au ştiut să coordoneze un material vast în aşa fel, încît în 335 de pagini să trateze uniform şi proporţional cu complexitatea fenomenelor, toate problemele care se întîlnesc în construcţia şi exploatarea motoarelor cu ardere internă.

Cartea pune la îndemîna specialiştilor, tehnicienilor şi inginerilor soluţii şi rezolvări tehnice a majorităţii problemelor legate de funcţionarea motoarelor şi de caracteristicile combustibililor utilizaţi. Prin publicarea acestei lucrări, unice din punct de vedere a problemelor tratate, se completează în mod adecvat literatura tehnică de specialitate.

Revista PETROL şi GAZE. Redacţia : Bucureşti, Calea Plevnei, 139, telefon 49. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. telefon 49. 59. 25. Calea Plevnei 139 cont 640 301-14. Banca Naţională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi : lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8. Taxele poştale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

I. P. I. c. 2166

14 330



**2000 l/min**

este unul din numeroasele componente caracteristice contoarelor noastre cu pistoane profilate.

Sistemul nostru de subansambluri ursaflux, cu unităţi funcţionale variabile, oferă posibilitatea montării unei instalaţii complete de măsurare a volumului şi a debitului, sau a completării instalaţiilor deja existente.

Aceste instalaţii care şi-au dovedit eficacitatea în condiţii de funcţionare pot fi folosite pentru rezolvarea tuturor problemelor de dozare volumetrică, de dozare discontinuă ca şi pentru reglajul digital sau analog în dirijarea proceselor.
Pentru industria alimentară oferim instalaţii de măsurat speciale.

Informaţii la :
Ambasada R.D.G. în R.S.R.
Secţia comercială
Biroul tehnico-comercial al
AHB Elektrotechnik
Bucureşti, calea Dorobanţi 14

VEB
Geräte-und Regler-Werke Teltow
Zentraler-Anlagenbau der BMSR-Technik

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK-
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

PUBLICOM



# ABONAŢI-VĂ

## PENTRU ANUL 1973

LA REVISTA:

# PETROL ŞI GAZE LEI 160 (apariţie lunară)

Abonamentele se primesc pe adresa: CENTRUL DE DOCUMENTARE AL INDUSTRIEI CHIMICE ŞI PETROLIERE, Bucureşti, Calea Plevnei nr. 139, Sectorul VII, telefon 40.22.60, în contul de virament nr. 640.301.14, Banca Naţională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorului I.

Costul unui abonament anual individual pentru cadrele tehnice, didactice, studenţi etc. lei 30.

# Pour tous travaux miniers et géologiques s'adresser à

# geomin

ENTREPRISE POUR MINES, PÉTROLE ET GÈOLOGIE DE COMMERCE EXTÉRIEUR
SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202 ● BUCAREST—ROUMANIE
● TÉLÉPHONE: 49.24.25 ● TELEX: 01 12 42.

GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerais par la livraison d'installations complétes, avec la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.

Des instituts spécialisés et un personnel hautement qualifié assurent l'exécution de:

— prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et dans des installations pilote:

— études de faisabilité pour différents types de gisements;

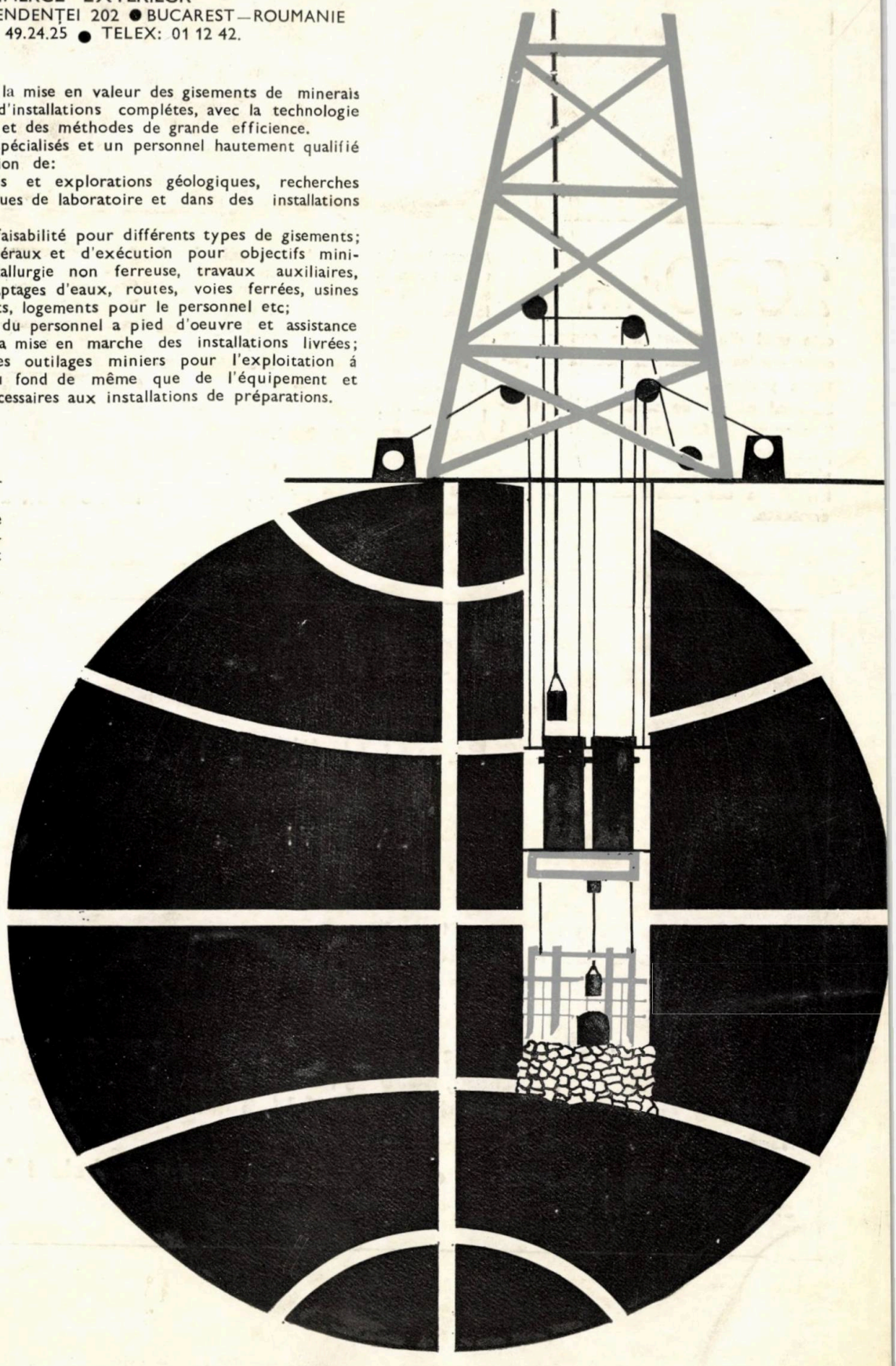
— projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers et de métallurgie non ferreuse, travaux auxiliaires, aménagements, captages d'eaux, routes, voies ferrées, usines électriques dépôts, logements pour le personnel etc;

— instruction du personnel a pied d'oeuvre et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;

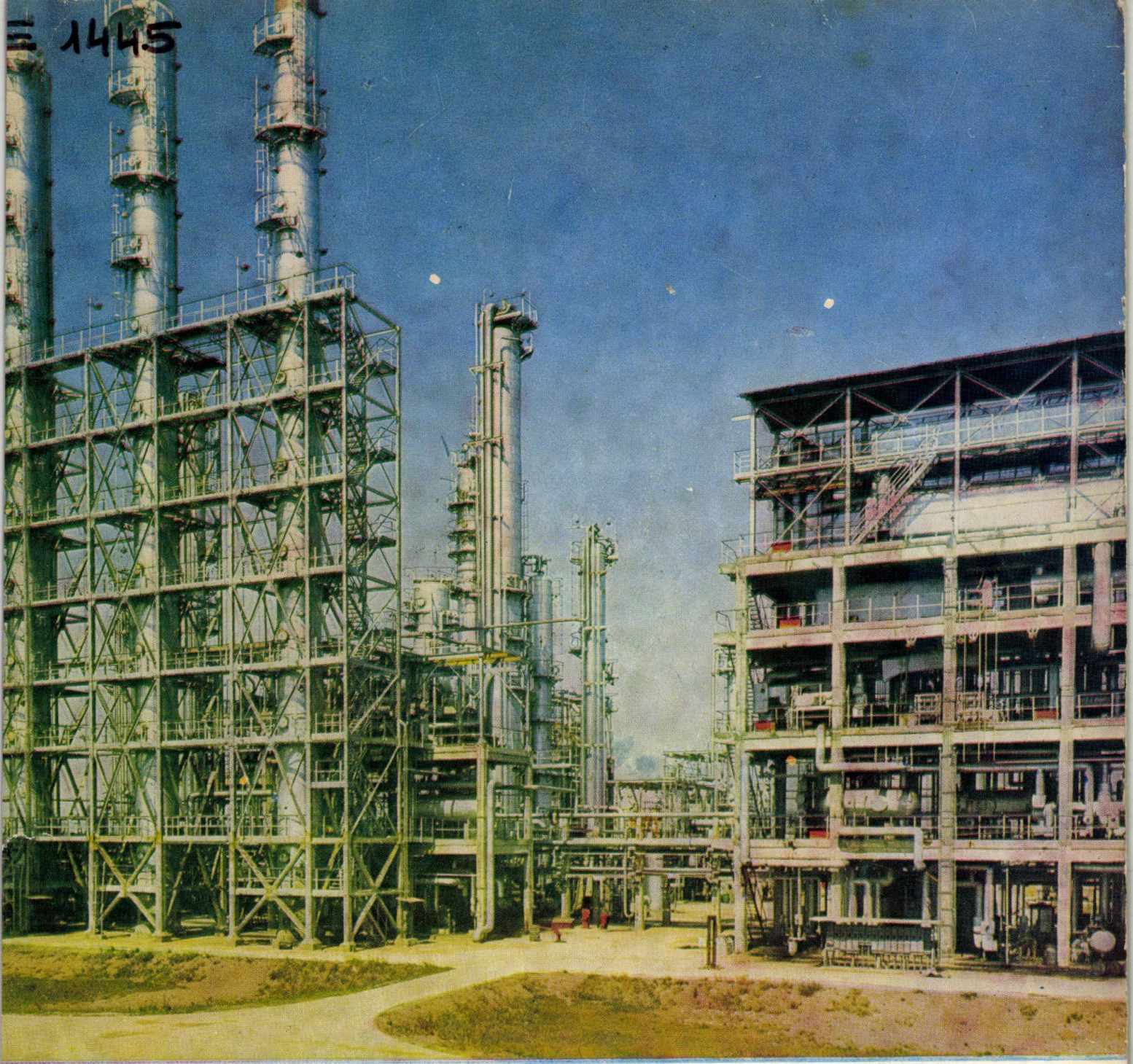
— livraison des outilages miniers pour l'exploitation á ciel ouvert ou au fond de même que de l'équipement et des maschines nécessaires aux installations de préparations.

GEOMIN offre aussi pour extraction de pétrole :

— études de synthèse pour évaluer les gisements de pétrole et de gaz
— programmes d'exploration
— prospections géologiques
— prospections géophysiques
— forage structural
— forage de puits d'exploration et d'exploitation
— projets, livraison et construction d'utilités instalations annexes (conduits, réservoirs etc.)



E 1445



# PETROL ŞI GAZE

MARTIE 1973
Vol. 24, p. 129 — 192 — BUCUREŞTI — ROMÂNIA
3

PGAZAC 24 (3) 129 — 192 (1973)

# IMPEXMIN

ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

București - ROMÂNIA
Str. C. A. Rosetti nr. 13
tel 12 62 18
12 62 71 telex 588

Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

**OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.**

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 3
martie 1973

## CUPRINS

* * * **Progresele realizate în industria de petrol din România.** 135–137

D. Milcoveanu: **Interpretarea explorărilor gravimetrice cu ajutorul funcţiei de corelaţie** 138–141

M. N. Filipescu şi M. Bîrlogeanu: **Cercetări în legătură cu originea şi compoziţia chimică a gazelor din zăcămintele Depresiunii Transilvaniei** 142–149

Gh. Ionescu, M. Ioniţă, N. Păţulea şi T. Pitea: **Asupra determinării intervalelor de egală forabilitate a rocilor traversate prin foraj** 150–152

Şt. I. Gheorghiţă: **Mişcarea fluidelor vîsco-plastice în medii poroase** 153–158

S. Gogonea: **Teorema cercului şi aplicaţiile ei în teoria filtraţiei** 159–166

I. Avramescu şi I. Palaghiţă: **Consideraţii asupra etalonării producţiei la sondele de ţiţei şi gaze asociate** 167–171

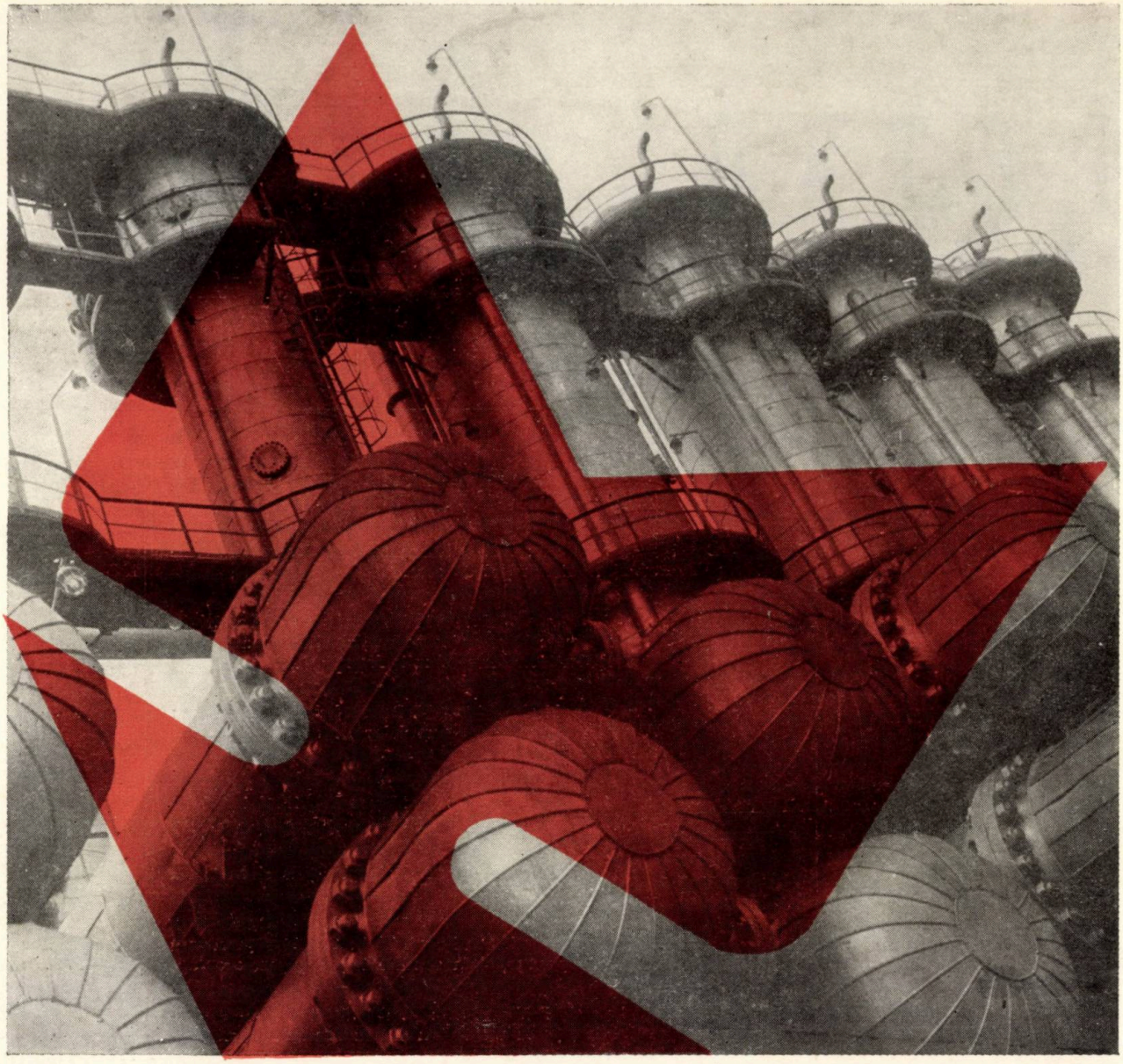
A. Cegolea şi M. Truică: **Posibilităţi de mărire a afluxului de ţiţei la un zăcămînt constituit din gresii silicioase** 172– 175

M. Ilisei, M. Stănescu şi I. Petre: **Evaluarea calităţii uleiurilor de motoare prin metode spectrale** 176–179

G. Auslander: **Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării IV. Viscozitatea, punctul de inflamabilitate şi alte proprietăţi ale amestecurilor de uleiuri** 180–186

**Documentare** 187–191

**Informaţi tehnico-economice** 191–192




**petrom**

**Întreprindere de Stat pentru Comerţul Exterior**
**Telefon: 156964; 144291**
**Telex: 011374 Camrom for Petrom**
**Telegrame: Petrom—Bucureşti**

**22, Bd. N. Bălcescu Bucureşti—România**


ACTUALITATE: Uzine chimice construite pe baza celor mai moderne tehnologii
TRADIŢIE: Peste 100 de ani experienţă în prelucrarea ţiţeiului puse la dispoziţia Dv. de

## PETROM Întreprindere de Stat pentru exportul de instalaţii complete de uzine chimice, petrochimice şi rafinării de petrol

## PETROM

oferă la export:

- **uzine chimice şi petrochimice, instalaţii tehnologice complete în domeniul petrochimiei, al chimiei organice şi anorganice, îngrăşămintelor, medicamentelor, coloranţilor, maselor plastice, fibrelor şi cauciucului sintetic, ş.a;**
- **rafinării complete şi instalaţii de prelucrare a ţiţeiului;**
- **instalaţii auxiliare pentru uzine chimice, petrochimice şi rafinării de petrol;**
- **licenţe, invenţii, know-how şi asistenţă tehnică în domeniul industriei chimice, petrochimice şi al prelucrării ţiţeiului.**

**PETROM—oferă o gamă largă de servicii în domeniul industriei chimice, petrochimiei şi prelucrării ţiţeiului.**

**PETROM—coopereză pe baze reciproc avantajoase cu parteneri externi pentru realizarea unor obiective în domeniul său de activitate.**

**Fiind o întreprindere de stat, PETROM are posibilitatea să utilizeze întregul potenţial tehnico-ştiinţific pe care industria românească îl are în acest domeniu, pentru realizarea sarcinilor sale externe.**

# CONTENTS


*** Editorial 135

D. MILCOVEANU

**The Interpretation of Gravimetric Explorations by Means of the Correlation Function** 138

M. N. FILIPESCU, M. BÎRLOGEANU

**Researches concerning the Origin and Chemical Composition of the Transylvanian Depression Gas Fields** 142

GH. IONESCU, M. IONIȚĂ, N. PĂTULEA, T. PITEA

**Concerning the Determination of Equal-Drillability Intervals of the Rocks Traversed by Drilling** 150

ST. I. GHEORGHIȚĂ

**The Movement of Viscoplastic Fluids in Porous Media** 153

S. GOGONEA

**The Circle Theorem and Its Applications in Filtration Theory** 159

I. AVRAMESCU, I. PALAGHIȚĂ

**Considerations concerning the Graduation of Production in Crude Oil and Gas Wells** 167

A. CEGOLEA, M. TRUICĂ

**Possibilities of Increasing the Oil Inflow in a Field Consisting of Silicious Sandstones** 172

M. ILISEI, M. STĂNESCU, I. PETRE:

**The Estimation of Engine Oil Quality by Spectral Methods** 176

G. AUSLANDER

**Linear Programming of Refinery Blending Problems. IV. The Viscosity, the Flash Point and other Properties of Oil Blends** 180


D. Milcoveanu: **The Interpretation of Gravimetric Explorations by Means of the Correlation Function**


An example of crossed correlation analysis in the gravimetric exploration is presented. The values of the crossed correlation functions for a measured positive gravimetric anomaly are calculated and correlated with nine theoretical models (Nr. 364—372) chosen from an album with models of theoretical anomaly models. The unsuitable models are eliminated on the basis of the low values of the crossed correlation functions, the only model retained being the one which presented the highest similarity with the real geological structure. The most probable depth of the crest of the geological structure explored has been finally calculated.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 138
D.C. 550.831


M. N. Filipescu, M. Bîrlogeanu: **Researches concerning the Origin and Chemical Composition of the Transylvanian Depression Gas Fields**


The chemical composition of the gases from the different formations of the Transylvanian Basin has been studied in order to establish the origin of the components of these gases i.e. methane, heavy gaseous hydrocarbons, carbon dioxide, nitrogen, hydrogen, argon and helium.

A new viewpoint is presented concerning the origin of heavy gaseous hydrocarbons starting from methane. The laboratory data confirm the primary character of the fields studied.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 142
D.C. 553.981.061.3


Gh. Ionescu, M. Ioniță, N. Pătulea, T. Pitea: **Concerning the Determination of Equal-Drillability Intervals of the Rocks Traversed by Drilling**


Determining the equal-drillability intervals of the rocks traversed by drilling is necessary for both the comparative analysis of bit performances and the establishment of the optimum parameters of the drilling regime.

Two techniques are used for this purpose in the Socialist Republic of Romania:

— a graphical technique;

— a technique based on the determination of some statistically homogenous groups.

This paper presents a new way of determining the equal-drillability intervals, based on the comparison of the average specific drilling times, a technique which eliminates the inexactitudes occurring by the application of the graphical technique, requires easily obtainable information and can be applied by means of digital electronic computers.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 150
D.C. 622.24


M. Ilisei, M. Stănescu, I. Petre: **The Estimation of Engine Oil Quality by Spectral Methods**


The I.R. spectral analysis proved useful for estimating the state of degradation by oxidation of engine oils under laboratory and stand conditions.

The method has been applied in laboratory for establishing the synergetic effects of admixtures finally checked on stand.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 176
D.C. 543.42: 665.637.6


G. Auslander. **Linear programming of refinery blending problems. IV The Viscosity, the flash point and other properties of oil blends.**


Nonlinear blending formulas, which however are suitable for linear programming, were developed for the viscosity, the flash point and other properties of multicomponent lubricating oil blends.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 180
D.C. 665.6: 621—503.55

# СОДЕРЖАНІЕ


*** * * Передовая статья** 135

Д. МИЛКОВЯНУ

**Интерпретация гравиметрических разведок при помощи корреляционной функции** 138

М. Н. ФИЛИПЕСКУ, М. БЫРЛОДЖАНУ

**Исследования в связи с происхождением и с химическим составом газов из залежей Трансильванской депрессии** 142

Г. ИОНЕСКУ,М. ИОНИЦЭ, Н. ПЭТУЛЯ, Т. ПИТЯ

**Определение интервалов с одинаковой буримостью пород через которые проходит бурение** 150

ШТ. И. ГЕОРГИЦЭ

**Движение вязкопластических флюидов в пористой среде** 153

С. ГОГОНЯ

**Теорема круга и применение ее в теории фильтрации** 159

И. АВРАМЕСКУ, И. ПАЛАГИЦА

**Соображения по эталонированию продукции у нефтяных и газовых скважинах** 167

А. ЧЕГОЛЯ, М. ТРУИКЭ

**Возможности увеличения притока нефти в месторождении состоящего из кремнистого песчаника** 172

М. ИЛИСЕЙ, М. СТЭНЕСКУ, И. ПЕТРЕ

**Оценка качества моторного масла спектральными методами** 176

Г. АУСЛАНДЕР

**Линейное программирование смесей нефтяных продуктов на нефтеперерабатывающих заводах. IV. Вязкость, точка воспламенения и другие свойства** 180


Д. Милковяну: **Интерпретация гравиметрических разведок при помощи корреляционной функции**

Приводится пример корреляционного перекрещивающегося анализа из гравиметрической разведки. Расчитываются величины перекрещивающихся кореелляционных функций для измеренной позитивной гравиметрической аномалии, которая коррелируется с девятью теоретическими моделями (Н 364—372) выбранными из альбома с теоретическими гравиметрическими аномалиями. Несоответствующие модели были исключены на основании вычитанных величин перекрещивающихся корреляционных функций оставляя лишь модель которая представляет наибольшее сходство с реальной геологической структурой. В конце расчитывают наиболее возможную глубину вершины разведанной геологической структуры.


Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 138
Д.К. 550.831


М. Н. Филипеску, М. Бырлоджану: **Исследования в связи с происхождением и с химическим составом газов из залежей Трансильванской депрессии**

Исследуется химический состав газов из различных формаций Трансильванского бассейна, пытаясь установить происхождение компонентов этих газов: метан, тяжелые газообразные углеводороды, двуокись углерода, азот, водород, аргон, гелий.
Приводят новую точку зрения относительно происхождения газообразных тяжелых углеводородов исходя из метана. Лабораторные данные подтверждают первичный характер изучаемых месторождений.


Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 142
Д.К. 553.981.061.3


Г. Ионеску, М. Ионицэ, Н. Пэтуля, Т. Питя: **Определение интервалов с одинаковой буримостью пород через которые проходит бурение**

Определение интервалов с одинаковой буримостью пород через которые проходит бурение необходимо, как для сравнительного анализа эксплуатационных характеристик долот, так и для определения оптимальных параметров режима бурения. В этом смысле, в С. Р. Румыния применяются два способа:
— способ графический
— способ основанный на определении ряда статистически гомогенных групп
В продолжении, приводится новый способ определения интервалов с одинаковой буримостью, основанный на сравнении средних удельных темпов бурения, способ который устраняет неточности которые появляются при применении графического способа, он не требует трудно получаемых информаций и может применяется при помощи электронных числовых машин.


Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 150
Д.К. 622.24


М. Илисей, М. Стэнеску, И. Петре: **Оценка качества моторного масла спектральными методами**

Спектральный И. К. анализ оказался полезным для оценки состояния деградирования через окисление моторных масел в лабораторных и в стендовых условиях. Этот метод применяли для установления синергетических эффектов присадок, которые потом проверялись на стенде.


Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 176
Д.К. 543.42:665.637.6


Г. Аусландер: **Линейное программирование смесей нефтяных продуктов на нефтеперерабатывающих заводах. IV Вязкость, точка воспламенения и другие свойства**

Разработали нелинейные формулы смеси, которые все же могут применятся при линейном программировании для расчета вязкости, точки воспламенения и других свойств многокомпонентных масел.


Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 180
Д.К. 665.6:621—508.55

# INHALT


* * *

**Leitartikel** 135

D. MILCOVEANU

**Auswertung der gravimetrischen Untersuchungen mit Hilfe der Korrelationsfunktion** 138

M. N. FILIPESCU, M. BÎRLOGEANU

**Untersuchungen in bezug auf die Herkunft und die chemische Zusammensetzung der Gase in den Lagerstätten der Transsilvanischen Depression** 142

GH. IONESCU, M. IONIȚĂ, N. PĂTULEA, T. PITEA

**Über die Bestimmung der Abstände gleicher Bohrgüte im durchbohrten Gestein** 150

ST. I. GHEORGHIȚĂ

**Bewegung zähplastischer Fluide in porösen Medien** 153

S. GOGONEA

**Der Kreissatz und dessen Anwendung in der Filtrationstheorie** 159

I. AVRAMESCU, I. PALAGHIȚĂ

**Erwägungen in bezug auf die Produktionseichung der Erdöl-und Erdgassonden** 167

A. CEGOLEA, M. TRUICĂ

**Steigerungsmöglichkeit des Erdölzuflusses in einer Lagerstätte aus Kieselsandstein** 172

M. ILISEI, M. STĂNESCU, I. PETRE

**Bewertung der Motoröle durch Spektralmethoden** 176

G. AUSLÄNDER

**Lineare Programmierung der Gemische von Erdölerzeugnissen aus Raffinerien. IV. Viskosität, Flammpunkt und andere Eigenschaften der Ölgemische** 180


D. Milcoveanu: **Auswertung der gravimetrischen Untersuchungen mit Hilfe der Korrelationsfunktion**


Es wird ein Beispiel für die Analyse der gekreuzten Korrealtion in der gravimetrischen Untersuchung beschrieben. Für eine gemessene, positive gravimetrische Anomalie werden die Werte der gekreuzten Korrealtionsfunktionen berechnet, die mit neun theoretischen Modellen (Nr. 364—372), die aus einem Verzeichnis mit Modellen theoretischer gravimetrischer Anomalien gewählt wurden, korreliert. Die nichtentsprechenden Modelle werden aufgrund der niedrigen Werte der gekreuzten Korrelationsfunktionen ausgeschieden, und nur das Modell zurückbehalten, das die grösste Ähnlichkeit mit der realen geologischen Struktur aufweist. Abschliessend wird die wahrscheinlichste Scheiteltiefe der untersuchten geologischen Struktur berechnet.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 138
D.K. 550.831


M. N. Filipescu, M. Bîrlogeanu: **Untersuchungen in bezug auf die Herkunft und die chemische Zusammensetzung der Gase in den Lagerstätten der Transsilvanischen Depression**


Die Verfasser untersuchen die chemische Zusammensetzung der Gase in verschiedenen Formationen des Transsilvanischen Beckens, wobei der Versuch unternommen wird, die Herkunft der Bestandelemente dieser Gase festzustellen: schwere gasförmige Kohlenwasserstoffe, Kohlendioxyd, Stickstoff, Wasserstoff, Argon und Helium. Vom Methan ausgehend, wird ein neuer Standpunkt über die Herkunft der schweren gasförmigen Kohlenwasserstoffe vertreten. Die Laboratoriumsergebnisse bestätigen den primären Charakter der untersuchten Lagerstätten.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 142
D.K. 553.981.061.3


Gh. Ionescu, M. Ioniță, N. Pătulea, T. Pitea: **Über die Bestimmung der Abstände gleicher Bohrgüte im durchbohrten Gestein.**


Die Bestimmung der Abschnitte mit gleicher Bohrgüte im durchbohrten Gestein ist sowohl für die Vergleichsanalyse der Meisselleistung, als auch für die Festlegung der optimalen Parameter des Bohrbetriebs notwendig. In diesem Sinne werden in der SR Rumänien zwei Verfahren angewandt: graphische Darstellung und statistische Bestimmung homogener Gruppen. Die Verfasser beschreiben ein neues Bestimmungsverfahren der Abschnitte mit gleicher Bohrgüte, das auf dem Vergleich der durchschnittlichen spezifischen Bohrzeiten beruht. Dieses Verfahren schaltet die, beim Anwenden des graphischen Verfahrens auftretbaren Fehlergebnisse aus, erfordert leicht erreichbare Informationen und ist für den Einsatz von Digitalrechnern geeignet.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 150
D.K. 622.24


M. Ilisei, M. Stănescu, I. Petre: **Bewertung der Motoröle durch Spektralmethoden**


Die Infrarot-Spektralanalyse erwies sich für die Bewertung des Oxydationsabbaus von Motorölen bei Versuchen im Laboratorium und am Prüfstand, als besonders nützlich. Im Laboratorium wurde die Methode im Hinblick auf die Bestimmung der synergetischen Effekte der Zusätze angewandt und abschliessend am Prüfstand bestätigt.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 176
D.K. 543.42:665.637.6


G. Ausländer: **Lineare Programmierung der Gemische von Erdölerzeugnissen aus Raffinerien. IV Viskosität, Flammpunkt und andere Eigenschaften der Ölgemische.**


Es wurden nichtlineare Gemischformeln aufgestellt, die auch bei der linearen Programmierung für die Berechnung der Viskosität, des Flammpunktes und anderer Eigenschaften der mehrfachen Ölgemische angewandt werden können.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 3, 1973, p. 180
DK 655.6:621—503.55

# SOMMAIRE


***** Editorial** 135

D. MILCOVEANU

**L'interprétation des explorations gravimétriques à l'aide de la fonction de corrélation.** 138

M.N. FILIPESCU, M. BÎRLOGEANU

**Recherches concernant l'origine et la composition chimique des gaz des gisements de la Dépression de Transylvanie.** 142

GH. IONESCU, M. IONIȚĂ, N. PĂTULEA, T. PITEA

**Sur la détermination des intervalles de forabilité égale des roches traversées par le forage** 150

ST. I. GHEORGHIȚĂ

**Le mouvement des fluides viscoplastiques en milieux poreux** 153

S. GOGONEA

**Le théorème du cercle et ses applications dans la théorie de la filtration.** 159

I. AVRAMESCU, I. PALAGHIȚĂ

**Considérations sur l'étalonnage de la production chez les sondes de brut et de gaz** 167

A. CEGOLEA, M. TRUICĂ

**Possibilités d'accroître l'afflux de brut dans un gisement constitué de grès siliceux.** 172

M. ILISEI, M. STĂNESCU, I. PETRE

**L'évaluation de la qualité des huiles de moteurs par des méthodes spectrales** 176

G. AUSLANDER

**La programmation linéaire des mélanges de produits pétroliers dans les raffineries. VI La viscosité, le point d'inflammabilité et autres propriétés des mélanges d'huiles.** 180


D. Milcoveanu: **L' interprétation des explorations gravimétriques à l'aide de la fonction de corrélation.**


On présente un exemple d'analyse de corrélation croisée de l'exploration gravimétrique. On calcule les valeurs des fonctions de corrélation croisées pour une anomalie gravimétrique positive mesurée, qui est corrélable avec neuf modèles théoriques (Nr. 364—372) choisis dans un album aux modèles d'anomalies gravimétriques théoriques. Les modèles qui ne correspondent pas sont éliminés sur la base des faibles valeurs des fonctions de corrélation croisées, pour retenir seulement le modèle qui présente la similarité (ressemblance) la plus grande avec la structure géologique réelle. Finalement, on calcule la profondeur la plus probable de la crête de la structure géologique explorée.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 138
C.D. 550.831


M. N. Filipescu, M. Bîrlogeanu: **Recherches concernant l'origine et la composition chimique des gaz des gisements de la Dépression de Transylvanie**


On a étudié la composition chimique des différentes formations du Bassin de Transylvanie, pour essayer d'établir l'origine des composants de ces gaz : méthane, hydrocarbures gazeux lourds, bioxyde de carbone, azote, hydrogéne argon, hélium.

Un point de vue nouveau est présenté quant à l'origine des hydrocarbures gazeux lourds à partir du méthane. Les données de laboratoire confirment le caractère primaire des gisements étudiés.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 142
C.D. 553.982.061.3


Gh. Ionescu, M. Ioniță, N. Pătulea, T. Pitea: **Sur la détermination des intervalles de forabilité égale des roches traversées par le forage.**


La détermination des intervalles de forabilité égale des roches traversées par le forage est nécessaire autant pour l'analyse comparative des performances des trépans que pour établir les paramètres optimums du régime de forage.

A cette fin, on utilise en République Socialiste de Roumanie deux procédés :

— un procédé graphique ;

— un procédé basé sur la détermination de groupes statistiquement homogènes.

L'article présente un procédé nouveau pour la détermination des intervalles de forabilité égale, basé sur la comparaison des temps moyens spécifiques de forage, procédé qui élimine les inexactitudes qui apparaissent lors de l'application du procédé graphique, nécessite des informations faciles à obtenir et peut être appliqué, en utilisant les calculateurs électroniques numériques.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 150
C.D. 622.24


M. Ilisei, M. Stănescu, I. Petre: **L'évaluation de la qualité des huiles de moteurs par des méthodes spectrales.**


L'analyse spectrale en I.R. s'est avérée utile pour l'évaluation de l'état de dégradation par oxydation des huiles de moteurs dans des conditions de laboratoire et de banc d'essai.

La méthode a été appliquée au laboratoire pour établir les effets synergétiques des additifs, vérifiés finalement sur le banc.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 176
C.D. 543.42:665.637.6


G. Auslander: **La programmation linéaire des mélanges de produits pétroliers dans les raffineries. IV La viscosité, le point d'inflammabilité et autres propriétés des mélanges d'huiles.**


Des formules de mélange non-linéaires pouvant, toutefois, être utilisées à la programmation linéaire, pour calculer la viscosité, le point d'inflammmabilité et d'autres propriétés des mélanges multicomposants d'huiles ont été élaborées.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 3, p. 180
C.D. 665.6:621—503.55

# PROGRESELE REALIZATE ÎN INDUSTRIA DE PETROL DIN ROMÂNIA

Dezvoltarea impetuoasă a industriei și economiei românești în ultimii 25 de ani, a făcut ca și industria de petrol și gaze să facă progrese importante. Nevoia de combustibili superiori și de materii prime pe care poate să le furnizeze petrolul și gazele și importanța acestora într-o economie modernă, a făcut ca această industrie să capete și în țara noastră un avînt deosebit. Aceasta s-a realizat prin dezvoltarea armonioasă a tuturor ramurilor ale acestei industrii, cum ar fi: cercetări geologice și geofizice, cercetări științifice în domeniul forajului și producției de țiței și gaze, amplificarea forajului de cercetare și de exploatare, perfecționarea metodelor de extracție a țițeiului și gazelor, dezvoltarea unei industrii puternice de utilaj petrolier.

În cadrul cercetărilor geologice și geofizice, una dintre cele mai importante sarcini a constituit-o dezvoltarea lucrărilor menite să sporească rezervele de hidrocarburi prin punerea în evidență a unor noi zăcăminte de petrol și gaze atît în zonele vechi, cunoscute, și exploatate prin studii mai amănunțite cu mijloace puse la dispoziție de tehnica modernă, cît și în alte regiuni noi.

De asemenea, a apărut necesitatea cercetării formațiunilor geologice situate la adîncimi mai mari de 3 500 m, a capcanelor structurale de mai mică amplitudine. Cercetarea s-a bazat îndeosebi pe o activitate intensă în domeniul prospecțiunilor geofizice, mărirea eficienței economice a acestor lucrări realizîndu-se prin utilizarea unei aparaturi din ce în ce mai perfecționate. Astfel, s-au utilizat cartarea geologică de suprafața de detaliu și ultradetalii, foraj structural de mică adîncime (1 200 m); gravimetrie și magnetometrie; electrometrie; seismometrie (metoda profilelor de corelație continuă a undelor reflectate, metoda seismosondajelor spațiale de masă și altele).

Această activitate a fost susținută prin studii complexe geologice de detaliu (petrografice, sedimentologice, paleontologice, geochimice etc.) ale numeroaselor formațiuni sedimentare cu perspective de hidrocarburi.

Rezultatele obținute în ultimii ani au determinat obținerea unor importante concluzii în legătură cu volumul rezervelor existente de hidrocarburi care să asigure dezvoltarea în continuare a producției de țiței și gaze.

În trecut exploatările petrolifere s-au mărginit, timp de decenii la exploatarea terenurilor din vecinătatea orașului Ploiești care produceau circa 95% din volumul producției de țiței. Actualmente, datorită intenselor lucrări de prospecțiuni geologice și geofizice și ca urmare a forajului de cercetarea geologică s-au pus în evidență noi zone productive pe cuprinsul țării. Este de subliniat faptul că în perioada 1949–1970, față de perioada corespunzătoare precedentă, 1927–1948, forajul de cercetare geologică a crescut de peste 20 de ori ajungînd să reprezinte anual circa 60% din volumul de foraj.

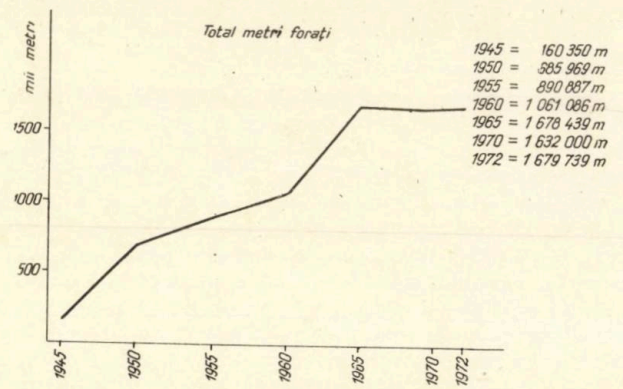



Fig. 1.

În domeniul forajului sondelor întreprinderilor specializate urmărese continuu îmbunătățirea indicatorilor de foraj (viteza mecanică, metrajul pe sapă, prețul de cost pe metru forat etc.), experimentînd cu succes optimizarea regimului de foraj și aplicarea metodelor moderne de săpare cum ar fi: forajul cu jet, forajul cu sape cu diamante, folosirea de fluide de foraj speciale. Eficiența economică ridicată a forajului cu jet face ca această metodă să fie extinsă în continuare (în 1972 ponderea forajului cu jet reprezentînd peste 45% din volumul total de foraj. S-a îmbunătățit și spălarea tălpii sondelor prin folosirea unor puteri hidraulice mai mari pe sapă.

În raport cu caracteristicile formațiunilor geologice au fost concepute noi construcții de sonde, au fost asimilate noi tipuri de burlane de foraj, noi tipodimensiuni de sape, de carotiere, prăjini de foraj din oțeluri speciale, prăjini grele cu profile diferite și stabilizatori pentru garnituri de foraj.

În paralel s-au perfecționat metodele și aparatura de investigare a găurilor de sondă și s-au introdus metode moderne de interpretare calitativă și cantitativă a datelor obținute.

În scopul realizării parametrilor tehnologici de foraj corespunzători condițiilor de presiune și temperatură ridicate s-au elaborat aditivi noi pentru fluidele de foraj; paste de ciment, rezistente la temperaturi și presiuni ridicate, elaborarea unor metode noi pentru prevenirea și combaterea pierderilor de circulație etc., ceea ce a permis realizarea a numeroase sonde de mare adîncime.

Astfel, pînă la sfîrșitul anului 1972 existau forate 66 de sonde peste 4000 m adîncime din care 13 peste 5 000 m și 5 peste 6 000 m. Recordul îl deține sonda nr. 922 Ghergheasa la adîncimea de 6 204 m.

Desigur capacitatea de lucru și posibilitatea de a fora sonde de mai mare adîncime există în industria noastră de petrol însă, adîncimile de mai sus au fost limitate de căutarea petrolului în anumite formațiuni geologice situate la aceste adîncimi.

Exploatarea rațională a zăcămintelor de petrol și aplicarea metodelor științifice în extracție au stat la baza creșterii continue a producției. Noile zăcăminte au fost puse în producție numai pe bază de proiecte de exploatare prin care s-au precizat metodele de exploatare, numărul de sonde, volumul de investiții pe fiecare structură, debitul optim de petrol al sondelor, rația gaze-țiței permisă, reușindu-se în acest fel să se asigure, cu cheltuieli minime, cantități optime de țiței și un factor final de recuperare ridicat.

Prin aplicarea și extinderea metodelor moderne de recuperare secundară și menținerea presiunii de zăcămînt prin injecția de apă și gaze, în diverse variante, unitățile de extracție au reușit să depășească continuu sarcinile planului de producție. Introducerea unor procedee tehnologice noi în procesul de exploatare ca, de exemplu, fisurarea hidraulică simplă, multiplă sau combinată cu diferite tratamente pentru îmbunătățirea permeabilității zonei din jurul găurii de sondă, tratamente cu solvenți sau substanțe tensioactive, injecția ciclică de abur, combustia subterană și altele, au avut ca efect intensificarea ritmului de extracție și obținerea unor factori superiori de recuperarea petrolului din zăcămînt.

Cercetarea științifică a avut o contribuție substanțială la ridicarea nivelului tehnic al tuturor ramurilor industriei de petrol și gaze din R. S. România. Au fost abordate și rezolvate problemele din toate domeniile ingineriei de exploatare (geologie, geofizică, foraj, producție). Obiectivele principale ale cercetărilor efectuate au fost îndreptate în direcția creșterii rezervelor industriale și a producției de petrol și gaze, optimizarea funcționării instalațiilor existente, valorificării gazelor de petrol (asociate), dezvoltării de perspectivă a industriei de

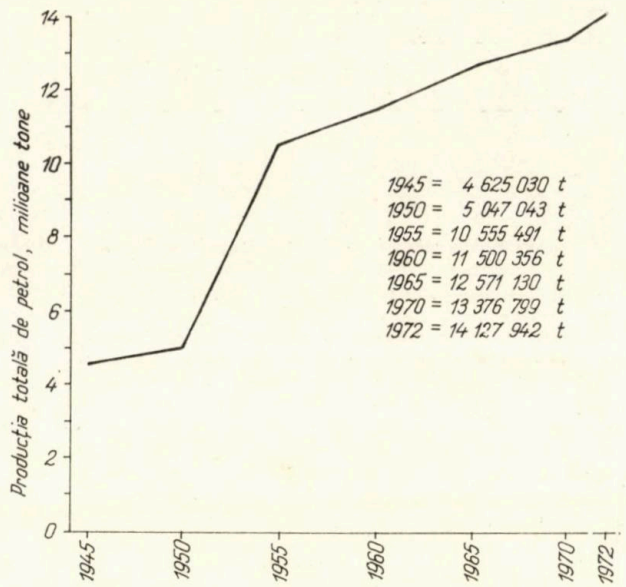



Fig. 2.

**petrol și asigurarea de către aceasta a materiilor prime pentru petrochimie.**

**În acest scop a fost creat un mare institut unificat, și anume Institutul de cercetare și proiectare pentru industria extractivă de petrol și gaze Cîmpina, (ICPTC), cu numeroase secții care afectează lucrări de cercetare și proiectare legate de dezvoltarea și modernizarea industriei de petrol, acordă asistență tehnică și științifică unităților productive din țară.**

**Institutul are contracte pentru efectuare de lucrări de cercetare și proiectare în cadrul acțiunilor de cooperare științifică și tehnică cu unități de cercetare și proiectare din alte țări, precum și pentru acordare de asistență tehnică și științifică. Pe scurt preocupările acestui institut sînt: efectuarea de studii și cercetări geologice, geofizice și geotehnice; întocmirea proiectelor de prospecțiuni, explorare și exploatare: cercetări pentru aplicarea unor procedee moderne în forajul sondelor, extracția petrolului și gazelor; elaborarea documentațiilor tehnice de proiectare complexe pentru instalațiile de suprafețe din cîmpurile de petrol și gaze privind transportul și stocarea petrolului și gazelor, construcții de drumuri din schele, inclusiv proiecte pentru automatizări.**

**Măsuri ample se iau în toate schelele cu concursul specialiștilor din cercetare și proiectare, pentru extinderea metodelor moderne de extracție care să asigure sporirea producției, concomitent cu exploatarea rațională a zăcămintelor.**

**Astfel se va extinde injecția de agenți de dislocuire în strat, apă, gaze, injecția continuă sau ciclică de abur, combustia subterană în diverse variante.**

**Activitatea petroliștilor va fi sprijinită de uzinele mecanice de confecții și reparații de utilaj petrolier care în anul 1973 au de realizat un volum sporit de utilaje și piese de schimb. Răspunderi mari revin unităților în domeniul creșterii eficienței economice a activității. Ministerul Minelor, Petrolului și al Geologiei împreună cu centralele și grupurile industriale, a intensificat acțiunea de revizuire și îmbunătățire a normelor și normativelor de consum de materiale, combustibil și energie. De asemenea, a fost elaborat un amplu program pentru creșterea productivității muncii într-un ritm mai ridicat față de prevederile planului cincinal.**

# NOUTĂȚI DIN INDUSTRIA PETROLIERĂ

Angajate cu însuflețire în marea bătălie pentru realizarea cincinalului înainte de termen, colectivele de muncă din întreprinderile de foraj, din schelele de extracție, din rafinării, obțin succese deosebite, menite să contribuie la progresul industriei petroliere din țara noastră.

Remarcăm, în primul rînd, aplicarea și extinderea cu succes în continuare, a unor valoroase inițiative cum ar fi „Nici un minut nelucrat" desfășurată în cadrul Centralei industriale a gazului metan — Mediaș și „Nici o instalație de foraj sub randamentul planificat, nici un minut nelucrat", datorită căreia la Grupul industrial de foraj-extracție — Pitești s-au obținut viteze de avansare record.

„Sondele să producă mai mult și mai bine" iată deviza care polarizează zi de zi activitatea muncitorilor, inginerilor și tehnicienilor petroliști din cadrul Grupului industrial pentru forajul și extracția țițeiului — Moinești. Se remarcă aici o stimulare a activității de organizare științifică, avînd ca efect o mai bună folosire a utilajelor și instalațiilor, deservirea în mai bune condiții a unităților cu autovehicule, folosirea mai rațională a forței de muncă, precum și asigurarea unei asistențe tehnice corespunzătoare. Studiile întocmite sînt axate îndeosebi pe probleme privind mai buna utilizare a potențialului productiv care generează o eficiență economică estimată la o valoare de aproape nouă mil. lei. Dintre aceste studii, sînt de menționat cele care se referă la înlocuirea instalațiilor fixe de intervenție cu instalații mobile avînd o eficiență economică de 1 730 000 lei; dezvoltarea exploatării zăcămîntului de țiței din zona *C* prin injecție de apă, cu o eficiență estimată la 1 200 000 lei; mărirea debitelor de țiței la sondele de pe zăcămîntul *M* prin creșterea factorului final de recuperare, cu o eficiență estimată la 995 000 lei și altele.

În ceea ce privește activitatea de organizare eficientă a muncii și de stabilire rațională a normativelor de producție, s-au realizat studii privind analiza timpului consumat de brigăzile de foraj la săparea unui număr de 22 de sonde, de la începerea și pînă la terminarea operațiilor, precum și probarea unui număr de 10 normative avînd ca obiectiv diverse lucrări din cadrul unităților de extracție a țițeiului de la secțiile conducte-țiței, gaze, apă, stațiile de compresoare și altele.

Realizarea angajamentului la economii constituie unul dintre obiectivele importante ale colectivelor de petroliști. La unitatea de foraj din Tg. Ocna se acționează permanent pe calea economisirii materialelor cu care se lucrează ceea ce a făcut ca angajamentul pe anul 1972 la economii de 800 000 lei să fie depășit. Economiile rezultă aici din reducerea normelor de consum la sape cu role, cablu-macara, ciment de construcții și energie electrică.

Eficiența economică a metodelor moderne în extracția țițeiului este un fapt îndeobște constatat. Numeroase colective de petroliști obțin în acest domeniu succese remarcabile. Un exemplu grăitor în această privință îl constituie aportul adus de colectivul secției de probe și reparații de la Schela de extracție Titu, care prin extinderea operațiunilor tehnologice adecvate și a fisurărilor acide la sonde a contribuit la realizarea angajamentelor pe anul 1972 cu aproape o lună și jumătate înainte de termen.

„Picătură cu picătură se strînge tona de produs" — iată deviza petroliștilor de la Rafinăria Ploiești-Nord. La nivelul cantității de țiței supusă aici prelucrării, reducerea cu 1% a pierderilor tehnologice permite obținerea unei producții suplimentare în valoare de 300 000 lei. Colectivul rafinăriei a reușit să reducă cu aproximativ 1,5%, în ultimul timp, pierderile tehnologice și acționează în continuare pentru îmbunătățirea acestui coeficient. La secția rafinație, material primă economisită este supusă prelucrării în vederea obținerii vaselinei farmaceutice, un produs superior care mărește gradul de valorificare a tonei de țiței. Din fiecare 100t materie primă economisită se obțin în prezent peste 50 t vaselină, iar randamentul de produs finit al instalației a crescut cu 10%.

O altă măsură eficientă aplicată în rafinărie este îmbunătățirea echipamentului de răcire a benzinelor. Peste 50% din economiile înregistrate la instalația D.A.2 sînt urmarea aplicării acestei măsuri.

În scopul micșorării în continuare a consumurilor tehnologice se acționează în primul rînd printr-o mai bună organizare a sectorului de manipulare a produselor. În acest scop s-a organizat o echipă care lucrează în permanență pentru efectuarea cu maximă operativitate a reparațiilor ce se impun pe conductele magistrale din rafinărie. O măsură pe a cărui efect se contează este îmbunătățirea sistemului de captare a produselor la separatorul principal. S-a pus la punct recent un sistem de captare mobil, care permite recuperarea unei cantități mai mari de șlops ce urmează să fie supus prelucrării.

O barieră pusă în calea risipei de combustibil în rafinărie, o constituie un nou sistem de izolare termică a liniilor magistrale și a ventilelor din sălile cazanelor de abur, izolarea a peste 2000 m conducte de abur și ceea ce este mai important, efectuarea unor analize zilnice ale consumului de combustibil în vederea reglării și optimizării arderilor.

În vederea reducerii consumului de energie electrică a fost micșorat numărul ventilatoarelor acționate electric, prin înălțarea unui coș care a permis folosirea în mai mare măsură a tirajului natural. În ceea ce privește chimicalele, principalele economii s-au obținut la acid sulfuric, printr-o mai bună selecționare a materiei prime și la sodă prin neutralizarea unor produse direct la instalația de distilare primară evitîndu-se pierderile înregistrate pînă acum prin manipulare.

La ampla acțiune desfășurată în vederea diminuării costului la lucrările de investiții planificate participă și colectivul Rafinăriei Ploiești-Nord, beneficiarul unor importante fonduri de investiții. Aici s-au găsit posibilități de a investi sume mai mici decît cele planificate la obiectivul folosirea rațională a apelor și la obiectivul montarea a două rezervoare. Valoarea investițiilor înscrise în planul pe anul 1972, la această rafinărie, a fost redusă prin economisirea unei sume de aproape un milion de lei.

Printre unitățile fruntașe în realizarea planului pe anul 1972, înainte de termen, s-a înscris și Rafinăria Crișana din Suplacu de Barcău al cărei colectiv a îndeplinit cu 36 de zile mai devreme sarcinile de producție care i-au revenit. Pînă la finele anului rafinorii de la „Crișana" au obținut o producție globală suplimentară de peste 7 mil. lei, iar la producția marfă depășirile s-au ridicat la aproape 7 mil. lei.

Este știut că cercetarea uzinală constituie un factor activ în lupta pentru realizarea obiectivului central al activității, și anume creșterea eficienței. Exemplele următoare evidențiază puternicul potențial de concepție existent în Rafinăria Teleajen.

Un colectiv de specialiști a întreprins un studiu sistematic la instalația de fabricare a panagelului. Prin cercetarea inițială s-a ajuns la concluzia că se poate reduce consumul de benzină și alcool de la fabricarea panagelului, rafinăria obținînd astfel o eficiență din valorificarea studiului, estimată la cel puțin un milion lei pe an.

Combaterea coroziunii în instalațiile tehnologice este una dintre marile probleme ale rafinăriilor. Pe această cale specialiștii de la Teleajen au conceput și realizat cîteva produse noi de combatere a coroziunii. Prin utilizarea unui asemenea produs se combate eficient coroziunea obținîndu-se și o economie anuală de circa 600 000 lei. Semnificativ asupra eficienței cercetării este și prepararea pe baza unei rețete proprii a unui inhibitor care dă rezultate foarte bune la combaterea coroziunii clorhidrice și sulfurice. Economia anuală realizată în acest caz se apreciază la 400 000 lei.

În urma încadrării specialiștilor rafinăriei în acțiuni de perfecționare profesională au fost elaborate studii privind: fabricarea aditivilor detergenți suprabazici, mecanizarea transportului de ambalaje în instalația de unsori consistente, posibilitatea înlocuirii unor solvenți toxici în procesul tehnologic al instalațiilor de deparafinare și dezuleiere.

O largă antrenare a cadrelor rafinăriei în activități de cercetare s-a realizat prin adoptarea inițiativei „Fiecare specialist — un cadru de concepție". Cele douăzeci de propuneri colective elaborate pe această cale aduc o eficiență economică de circa 3 mil. lei pe an. Dintre aceste propuneri evidențiem pe aceea privind purificarea sulfonaților de sodiu rezultați la fabricarea uleiului Cosmol, lucrare executată și aplicată, evaluată la 200 000 lei eficiență economică, separat de faptul că asigură îmbunătățirea substanțială a calității aditivului P.301. Un alt studiu se referă la îmbunătățirea recuperării furfurolului din sistemul azeotrop, eficiența economică fiind de cel puțin 150 000 lei pe an.

Un sprijin efectiv primesc petroliștii din partea constructorilor de utilaj petrolier. Printre ultimele realizări în acest domeniu se numără fabricarea în serie a instalației transportabile pentru lucrări de punere în producție a sondelor de tipul „P—80". Printre noutăți se înscrie și realizarea instalației „F—100" transportabilă, pentru forajul sondelor cu adîncimi pînă la 2000 m. La Uzina de utilaj petrolier „1 Mai" — Ploiești se află în prezent, în diferite faze de asimilare în producție, peste 30 de produse noi.

# Interpretarea explorărilor gravimetrice cu ajutorul funcției de corelație

D. Milcoveanu

Deși aplicată curent atît în teoria comunicațiilor, pentru măsurarea asemănării (similarității) între două înregistrări, cît și în alte tehnici (Anstey, 1964; Sheriff, 1969), posibilitățile analizei de corelație încrucișată în interpretarea explorărilor gravimetrice și magnetice au fost semnalate pentru prima oară de Fraser (Fraser, 1966).

Pentru înregistrări digitale și pentru o singură coordonată spațială (profil), funcția de corelație încrucișată normată $\Phi_{GH}(K)$ relativă la două înregistrări $G(x)$ și $H(x)$ este dată de expresia cunoscută:

$$\Phi_{GH}(K) = \frac{2|N|+1}{2|N|+1-|K|} \cdot \frac{\sum_{i=-N}^{N} G(x_i) \cdot H(x_i+\sigma)}{\left[\sum_{i=-N}^{N} G^2(x_i) \cdot \sum_{i=-N}^{N} H^2(x_i)\right]^{1/2}} \quad (1)$$

în care:

$$\sigma = K\,\Delta x \quad \text{pentru} \quad K = -K, \ \ldots, -1, 0, +1, \ \ldots, +K.$$

și reprezintă decalajul dintre cele două înregistrări care se corelează.

Dacă $G(x)$ reprezintă, de exemplu, profilul gravimetric obținut cu ocazia explorării, atunci este indicat ca $H(x)$ să reprezinte un model teoretic cu care se va compara atunci înregistrarea $G(x)$.

Dacă între cele două înregistrări $G(x)$ și $H(x)$ există o similaritate (asemănare), atunci, pentru un anumit decalaj $\sigma$, valoarea funcției de corelație încrucișată $\Phi_{GH}(K)$ va prezenta un maxim mai important. Dacă această similaritate nu există, valoarea funcției de corelație în cruce va prezenta un maxim de mai mică importanță, sau chiar nici un maxim observabil în mod clar.

Este logic ca în acest din urmă caz să reîncepem analiza de corelație în cruce cu un alt model teoretic pe care îl credem mai asemănător cu structura geologică reală care a generat anomalia inițială $G(x)$.

Se poate elabora, prin urmare, o tehnică nouă pentru interpretarea explorărilor gravimetrice, avînd la bază metoda analizei de corelație în cruce, valoarea numerică a funcției de corelație în cruce indicînd care dintre modelele teoretice trebuie reținute și care trebuie eliminate din studiu.

Pentru a putea utiliza în mod eficient o astfel de tehnică, este evident că interpretatorul trebuie să aibă la dispoziție un album cu modele de anomalii gravimetrice teoretice.

Se pot întocmi astfel de albume, calculele numerice urmînd a fi executate cu un calculator cifric.

Două volume ale unui astfel de album, conținînd 674 de modele teoretice de anticlinale și sinclinale, au fost întocmite (Milcoveanu 1968; 1969; 1970) și utilizate în practică.

## Exemplu practic

Ca rezultat al unei explorări gravimetrice s-a descoperit o anomalie gravimetrică pozitivă, avînd un caracter bidimensional. Profilul gravimetric corespunzător acestei anomalii este prezentat în figura 1.

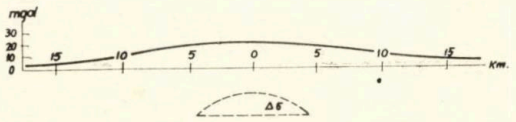



Fig. 1. Profil gravimetric măsurat; $\Delta\sigma = 0{,}4$ g/cm³.

Din punctul de vedere al interpretării geologice, se consideră că există în adîncime unele forme de relief, prezentînd puternice contraste de densitate, și anume $\Delta\sigma = 0{,}4$ g/cm³, între fundamentul cristalin și depozitele neogene acoperitoare. Această situație geologică a condus la apariția anomaliei gravimetrice pozitive care face obiectul interpretării.

Cum albumul cu modele de anomalii gravimetrice teoretice utilizat, cu care trebuie să corelăm succesiv anomalia din figura 1, este întocmit, pe baza unui contrast de densitate

standard $\Delta\sigma = 0{,}1$ g/cm³, trebuie să reducem anomalia din figura 1 la acest contrast de densitate standard. Aceasta se realizează prin împărţirea cu patru a ordonatelor din figura 1. Se obţine astfel profilul gravimetric din partea de sus a figurii 2. Se poate proceda şi invers; se înmulţesc cu patru toate ordonatele relative la modelele teoretice din album, acestea urmînd a fi corelate cu profilul gravimetric din figura 1.

În partea de jos a figurii 2 sînt prezentate nouă profile gravimetrice împreună cu modelele teoretice care le-au generat. Aceste modele teoretice sînt extrase din album şi sînt numerotate 364—372 în „*Albumul cu modele de anomalii gravimetrice teoretice*". Alegerea acestei familii de modele teoretice s-a făcut pe bază de consideraţii geologice generale. Se pot lua în consideraţie mai multe familii sau tipuri de modele teoretice, analiza de corelaţie în cruce luînd atunci o amploare mai mare.

Problema de interpretare geofizică care s-a pus a fost următoarea: care dintre modelele teoretice, alese din album, prezintă cea mai mare asemănare cu structura geologică reală care a generat anomalia gravimetrică descoperită?

Pe baza rezultatului acestei interpretări, în continuare, se va putea stabili valoarea parametrului fundamental relativ la un foraj de explorare, şi anume: adîncimea crestei structurii.

După cum s-a menţionat, această problemă de interpretare a fost soluţionată pe baza unei analize de corelaţie în cruce, efectuată între profilul gravimetric măsurat (fig. 1) şi redus la contrastul de densitate standard $\Delta\sigma = 0{,}1$ g/cm³ (fig. 2) şi seria de nouă profile gravimetrice corespunzătoare modelelor teoretice extrase din album (fig. 2).

Experienţa (practica) noastră a arătat că rezultatele obţinute sînt mult ameliorate (îmbunătăţite, clare) dacă în locul înregistrărilor $G(x_i)$ şi $H(x_i)$ se lucrează cu deviaţiile de la valorile medii, adică:

$$\delta_i = G(x_i) - \overline{G} \quad \text{şi} \quad \rho_i = H(x_i) - \overline{H}$$

în care:

$$\overline{G} = \frac{1}{2|N|+1} \cdot \sum_{i=-N}^{N} G(x_i) \text{ şi}$$

$$\overline{H} = \frac{1}{2|N|+1} \cdot \sum_{i=-N}^{N} H(x_i)$$

Funcţia de corelaţie încrucişată este definită atunci de expresia:

$$\Phi_{\delta\rho}(K) = \frac{2|N|+1}{2|N|+1-|K|} \cdot \frac{\sum_{i=-N}^{N} \delta_i \rho_{i+\sigma}}{\left[\sum_{i=-N}^{N} \delta_i^2 \cdot \sum_{i=-N}^{N} \rho_i^2\right]^{1/2}} \tag{2}$$

în care simbolurile au semnificaţia cunoscută.

Aceasta este expresia cu care s-a calculat, în exemplul prezentat, funcţia de corelaţie încrucişată normată.

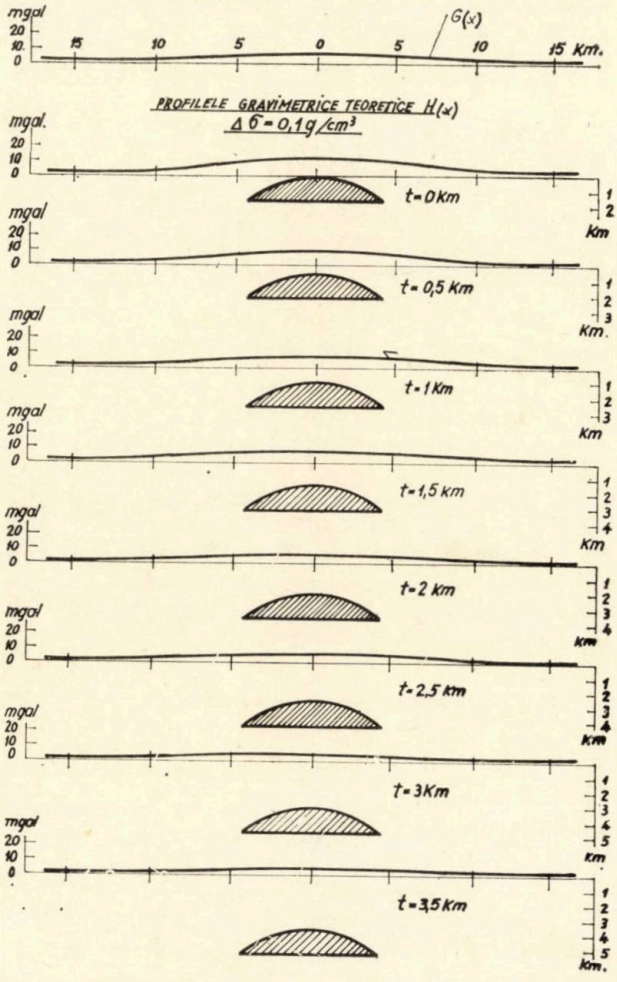



Fig. 2. Profilul gravimetric măsurat şi redus $G(x)$ şi profilele gravimetrice teoretice $H(x)$.

Au fost utilizate următoarele valori practice:

$$N = -30, \ldots, -1, 0, +1, \ldots +30$$

$$K = -3, \ldots -1, 0, +1 \ldots +3$$

şi:

$$\Delta x = 0{,}5 \text{ km.}$$

Valorile funcţiei de corelaţie încrucişată, relative la profilul gravimetric observat şi la fiecare din profilele gravimetrice corespunzătoare modelelor teoretice considerate, adică pentru adîncimi ale crestei modelului:

$t = 0$; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 ; 4 km şi pentru decalajele indicate sînt prezentate în tabela 1.

TABELA 1.

**Valorile funcției de corelație încrucișată**

| t, km \ K | − 3 | − 2 | − 1 | 0 | + 1 | + 2 | + 3 | Nr. model |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0,015 | 0,205 | 0,482 | 0,568 | 0,423 | 0,242 | 0,020 | 364 |
| 0,5 | 0,014 | 0,208 | 0,460 | 0,562 | 0,402 | 0,223 | 0,019 | 365 |
| 1 | 0,016 | 0,210 | 0,458 | 0,567 | 0,404 | 0,222 | 0,022 | 366 |
| 1,5 | 0,012 | 0,215 | 0,463 | 0,582 | 0,417 | 0,219 | 0,014 | 367 |
| 2 | 0,011 | 0,220 | 0,474 | 0,608 | 0,432 | 0,232 | 0,013 | 368 |
| 2,5 | 0,028 | 0,222 | 0,448 | 0,586 | 0,417 | 0,243 | 0,046 | 369 |
| 3 | 0,025 | 0,201 | 0,420 | 0,530 | 0,386 | 0,187 | 0,031 | 370 |
| 3,5 | 0,015 | 0,210 | 0,425 | 0,555 | 0,411 | 0,215 | 0,020 | 371 |
| 4 | 0,016 | 0,212 | 0,445 | 0,600 | 0,431 | 0,219 | 0,019 | 372 |

Să trecem acum la reprezentarea grafică din figura 3. În abscisă s-au trecut adîncimile crestei $t$ a modelelor teoretice considerate, iar în ordonată valorile maxime ale funcției de corelație încrucișată $\Phi\delta_q$ max. corespunzătoare modelelor respective.

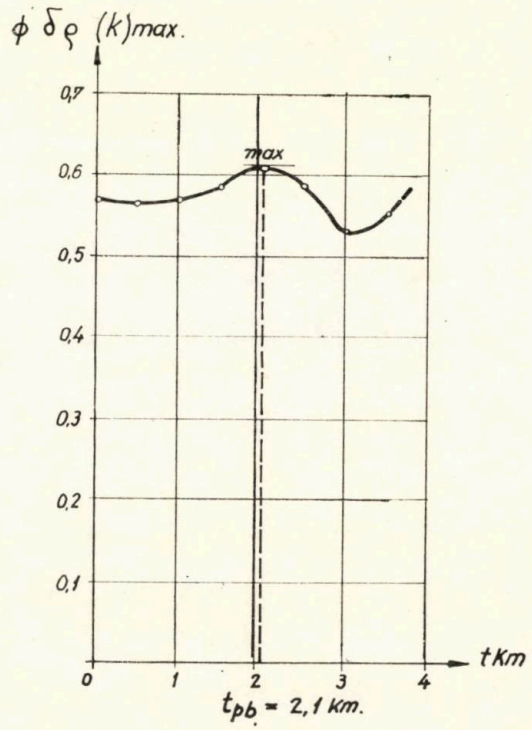



Fig. 3. Determinarea adîncimii celei mai probabile $t_{pb}$ a structurii.

Examinînd această diagramă, se poate constata că adîncimea cea mai probabilă a crestei structurii care a generat anomalia gravimetrică din figura 1 este:

$$t_{pb} = 2{,}1 \text{ km}.$$

Amplasamentul corespunzător al modelului teoretic este prezentat în linii întrerupte în figura 1 și el constituie finalizarea interpretării explorării gravimetrice pe baza studiului funcției de corelație încrucișată.

## Sensul probabilistic al funcției de corelație încrucișată

Analiza de corelație încrucișată a fost interpretată (F r a s e r, 1966) ca un mijloc de măsurare a asemănării (similarității) dintre două funcții corelate $G(x)$ și $H(x)$.

În general, se poate spune că operația de corelare încrucișată realizează o cercetare în ceea ce privește o serie de valori măsurate $G(x)$ sau deviațiile corespunzătoare, în comparație cu alte valori $H(x)$, respectiv deviațiile, definind pentru aceasta valoarea funcției sau coeficientului de corelație încrucișată normalizat $\Phi_{GH}(K)$, respectiv pentru cazul deviațiilor $\Phi_{\delta\rho}(K)$, care este proporțional cu probabilitatea apariției specificului $H(x)$ în valorile măsurate $G(x)$.

Conform valorii coeficientului de corelație încrucișată normat, care trebuie să fie întotdeauna subunitar se poate stabili în mod cantitativ gradul de asemănare dintre cele două funcții studiate.

În exemplul prezentat, acest grad de asemănare, între anomalia măsurată și modelul teoretic avînd adîncimea crestei 2,1 km, este 0,608.

Mărind numărul modelelor teoretice studiate, se pot obține valori din ce în ce mai mari ale acestui coeficient de corelare încrucișată, ceea ce duce la o cunoaștere mai completă a structurii geologice care a generat anomalia gravimetrică.

## Concluzii

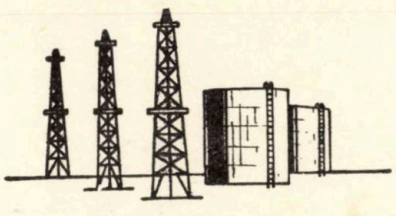
Este uşor de constatat rezultatul cantitativ convenabil al interpretării unei explorări gravimetrice, realizate pe baza metodei de analiză de corelaţie încrucişată şi a unui album conţinînd modele teoretice de anomalii gravimetrice.

Metoda poate fi extinsă şi pentru interpretarea explorărilor magnetice sau aeromagnetice, în aceste cazuri fiind necesare albume corespunzătoare.

În afară de aspectul practic al metodei de interpretare prezentat, considerăm că deoarece se lucrează statistic — matematic, adică cu un număr mare de date, şi pentru că rezultatul final este dat în termeni de probabilitate, s-a mărit puterea de rezoluţie a interpretării explorărilor gravimetrice şi magnetice.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Anstey, N. A. Geophysical prospect ing, nr. 4 dec., 1962.
2. Sheriff, R. E. Glossary of terms used in geophysical exploration with 1969 addendum, Society of Exploration Geophysiciste (S.U.A.), 1969.
3. Fraser, D. C., Fuller, B. D. şi Ward, S. H. Geophysics, nr. 6, dec., 1966.
4. Milcoveanu, D. Album contenant des mouveaux modeles d'anomalies gravimetriques; grandeurs $g$, $g_x$, $g_z$, et $g_{zz}$. Exemple d'utilisation. Thirty First Meeting 21 st 22nd and 23rd May, 1969 of the European Association of Exploration Geophysicists, Venice, Italy, (comunicare), 1969.
5. Milcoveanu, D. Geophysics, **35**, nr. 1, febr., 1970.

# Cercetări în legătură cu originea și compoziția chimică a gazelor din zăcămintele Depresiunii Transilvaniei

M. N. Filipescu și M. Bîrlogeanu

Într-un articol anterior [4] s-au prezentat rezultatele cercetării originii și compoziției chimice a gazelor din zăcămintele de hidrocarburi din Depresiunea panonică; în lucrarea de față, se expun rezultatele obținute în studiul gazelor naturale din zăcămintele Depresiunii Transilvaniei.

Factorii care au contribuit la geneza hidrocarburilor (materia organică inițială, temperatura, presiunea, timpul, caracteristicile fizico-chimice ale mediului de sedimentare) trebuie să fi fost cu totul diferiți în cele două unități geologice cercetate. Aceasta ar explica deosebirile importante care există în compoziția chimică a acumulărilor de hidrocarburi cunoscute în unitățile amintite.

Acumulările din Depresiunea Transilvaniei, exclusiv gazeifere, conțin cantități importante de metan (care poate să ajungă pînă la 99,8%), însoțite de mici cantități de hidrocarburi gazoase grele (propani, butani), care nu trec de ordinul zecimilor de procente, și hidrocarburi lichide ușoare (pentani, hexani, heptani), a căror concentrație variază în jurul miimilor de procente. Bioxidul de carbon și azotul apar, de obicei, în cantități extrem de mici, de ordinul zecimilor sau sutimilor de procente, cu unele excepții pentru zăcămintele localizate spre rama estică a depresiunii.

Prin urmărirea variației conținutului componenților chimici, precum și a raportului dintre unii componenți, în funcție de adîncime, vîrstă și caracterele geologice ale formațiunilor purtătoare de gaze, s-a căutat a se stabili originea componenților, precum și condițiile de formare ale zăcămintelor cercetate.

## I. DATE GEOLOGICE

Depresiunea Transilvaniei a luat naștere spre sfîrșitul perioadei cretacice, prin scufundarea unui relief cristalino-mezozoic, mișcare ce s-a continuat cu întreruperi și în mod neuniform pînă în cuaternar.

Fundamentul cristalin al depresiunii descrie o serie de zone ridicate și zone depresionare și suportă, pe suprafață discontinuă și în serie incompletă, depozite mezozoice (triasice, jurasice și cretacice inferioare), care în zonele de maximă scufundare totalizează circa 3000 m grosime.

Sedimentele care umplu Depresiunea Transilvaniei propriu-zisă, aparțin ca vîrstă Senonianului, Paleogenului (Eocen + Oligocen), Miocenului inferior (Burdigalian + Helvețian), Miocenului superior (Tortonian + Buglovian + Sarmațian) și Pliocenului.

### 1. Formațiunea cu gaze

Denumirea sintetică de „formațiunea cu gaze", introdusă de L. Mrazec pentru Sarmațian, a fost extinsă ulterior pentru toate sedimentele purtătoare de gaze din Depresiunea Transilvaniei aparținînd ca vîrstă Tortonianului superior, Buglovianului și Sarmațianului.

Alcătuirea litologică a acestor formațiuni este monotonă, sub aspectul tipurilor de roci componente, însă foarte variată în ceea ce privește repartiția lor pe verticală și orizontală.

Predomină, în general, rocile pelitice, reprezentate prin marne compacte sau fin nisipoase, în succesiunea cărora se intercalează roci cu granulație mare, de tip nisipos, în procente care variază între 0 și 40—50%. În afară de acestea intervin subordonat intercalații de gresii, mai abundente în Tortonian și Buglovian, de conglomerate, în special pe marginile de sud, est și nord-est ale depresiunii, de tufuri dacitice, a căror grosime descrește spre partea superioară a formațiunii cu gaze, și de calcare dolomitice, mai abundente în Sarmațianul mediu.

Numeroasele foraje, care au traversat total sau parțial formațiunea cu gaze, au dovedit existența unor variații litologice cu caracter regional și local. Astfel, se constată o descreștere treptată a procentului de nisip din zona centrală a depresiunii spre est și nord.

În afară de aceasta, variațiile locale de natură litologică, caracterizate prin intercalații discontinue de nisipuri, au o frecvență accentuată în Depresiunea Transilvaniei, afectînd majoritatea structurilor gazeifere.

Caracteristică pentru litologia formațiunii cu gaze este prezența în baza sa, imediat deasupra sării, a unui orizont marno-argilos, uneori cu frecvente intercalații grezoase dispuse în strate subțiri, a căror grosime variază în limite largi, de la 100 la circa 900 m. Prezența urmelor de gaze, cît și a unui conținut relativ mai ridi-

cat de substanţă organică în acest orizont dovedeşte că imediat după precipitarea sării s-au instaurat în Depresiunea Transilvaniei condiţii prielnice formării hidrocarburilor gazoase, care au continuat să persiste pînă la finele Sarmaţianului.

În cadrul condiţiilor geologice, în general uniforme, care caracterizează formaţiunea cu gaze, se remarcă un stil tectonic comun, reprezentat prin structuri domale şi branhianticlinale în majoritate neafectate de falii, cu înclinări pe flancuri de 2 — 10°, local mai accentuate.

Prezenţa acestor forme structurale este genetic legată de existenţa sării tortoniene, care descrie toată seria de cute diapire, de la cutele embrionare din centrul cuvetei, pînă la cutele diapire tipice, cu sîmburi de străpungere, descrise pentru prima dată de L. Mrazec în anul 1915.

În funcţie de intensitatea mişcării sării, grosimea sedimentelor afectate de deasupra variază. Din acest punct de vedere, se întîlnesc „structuri la zi", cu întreaga succesiune stratigrafică deformată de ondulaţia proeminentă a sării (Delenii, Bazna, Cetatea de Baltă, Copşa Mică, Noul Săsesc, Sărmăşel, Zau de Cîmpie etc.) şi „structuri ascunse", ca efect al unei deformări parţiale a stivei sedimentare de deasupra sării (Bozed, Crăieşti, Dămieni, Laslău etc.).

Condiţiile specifice ale sedimentării în bazinul subsident al Transilvaniei, care au condus la alternanţe în ritmuri dese de roci cu plasticitate şi compresibilitate diferite, la schimbări de facies litologic şi la variaţii de grosime a stratului de sare, fac ca la majoritatea domurilor şi, în special, a celor din estul depresiunii, să se evidenţieze o dezarmonie pronunţată în plan vertical, care complică lucrările de prospecţiune şi explorare.

## 2. Pretortonian

Cercetările mai recente, seismice şi prin foraje, efectuate în ultimii ani, au infirmat multe din concepţiile de ordin teoretic privind stratigrafia, litologia şi conţinutul în fluide al formaţiunilor pretortoniene, demonstrînd că structura de adîncime a depresiunii este cu mult mai complicată decît s-a bănuit. La aceasta contribuie, în primul rînd, dezvoltarea neuniformă a diferitelor formaţiuni, generată de existenţa a numeroase lacune de sedimentare, la care se adaugă îndepărtarea prin eroziune, pe anumite zone, a unei bune părţi din depozitele vechi, uneori pînă la fundament.

Cele mai vechi depozite întîlnite în forajele din cuvetă aparţin ca vîrstă Triasicului şi sînt reprezentate prin faciesuri litologice diferite. Astfel, în sud-estul Depresiunii Mercheasa-Jibert, avem de constatat o alternanţă de marne roşii, argile cenuşii şi verzui cu diabaze şi gabrouri, în timp ce în zona Agnita, Triasicul este alcătuit din dolomite, marno-calcare, calcare şi conglomerate.

Jurasicul mediu, superior şi Cretacicul inferior sînt alcătuite din roci carbonatate, calcare gălbui compacte şi calcare albicioase cu rare cuiburi de calcită şi au fost întîlnite spre centrul depresiunii, în forajul de mare adîncime de la Band.

Spre marginea sudică a depresiunii centrale, sonda de la Grînari a interceptat Barremian-Apţianul într-o succesiune alcătuită din marne cenuşii, compacte şi argile brun roşcate, cu intercalaţii de gresii şi microconglomerate la partea superioară.

În sud-estul depresiunii, s-au întîlnit depozite albiene în forajul de la Alămor, reprezentate prin gresii dure, conglomerate cenuşii-verzui şi marne compacte negricioase.

*Cretacicul superior* (Senonianul) cu care debutează sedimentarea în Depresiunea Transilvaniei, se pare că are o largă dezvoltare pe laterală şi verticală, depozitele sale fiind interceptate în mai multe foraje de adîncime. În general, în interiorul depresiunii (Filitelnic) el se prezintă sub un pregnant facies de fliş, fiind alcătuit din marne cenuşii, fine, compacte şi gresii cenuşii, fine, ambele străbătute de numeroase diaclaze umplute cu calcit.

În zonele marginale ale depresiunii, la Puini, Mociu şi Alămor, Senonianul este reprezentat prin depozite marine, detritice, cu predominanţa gresiilor, conglomeratelor şi nisipurilor cu intercalaţii marnoase.

*Eocenul* a fost întîlnit în jumătatea nordică, a cuvetei, în sondele de la Lujerdiu, Bădeşti, Dîrju, Miheş etc., reprezentat prin conglomerate poligene în bază, marne cenuşii, argile roşcate cu intercalaţii de gresii şi calcare spre partea superioară şi în jumătatea sudică a depresiunii, la Aiud, Copşa Mică, Cenade, Seica, Ruşi, Daia Sibiului etc., alcătuit din argile roşietice şi calcare grezoase de tip Porceşti.

Grosimea depozitelor eocene variază în limite largi, între 100 şi circa 900 m.

*Oligocenul*, deşi are o largă dezvoltare pe rama nordică a depresiunii, unde a putut fi urmărit în deschideri naturale, nu a fost întîlnit în forajele de la sud de linia Dej-Bistriţa, ceea ce dovedeşte că marea oligocenă a înregistrat o retragere importantă, datorită exondării teritoriului de la sud de această linie.

*Miocenul inferior* (Burdigalian + Helveţian) este dezvoltat în serie completă pe marginea de nord a depresiunii, unde vîrsta depozitelor a fost stabilită prin conţinutul de macro şi microfaună.

Numeroase foraje din interiorul cuvetei propriu-zise au dovedit continuarea depozitelor miocen inferioare sub sedimente mai tinere,

într-o extindere pe laterală care acoperă aproape în întregime suprafața cuvetei.

Astfel, ele au fost întîlnite, cu grosimi variabile, în sondele de la Lujerdiu, Sic, Puini, Mociu, Miheș, Beudiu, Zoreni, Sărmășel, Stupini, la nord de Mureș și la Filitelnic, Bratei, Ruși, Alămor etc., la sud de Mureș.

În forajele menționate, care au traversat total sau parțial depozitele Miocenului inferior, acestea s-au dovedit reprezentate, în general, prin marne și argile cenușii-brune, uneori roșcate, cu intercalații de gresii cenușii, conglomerate roșietice și, mai rar, pietrișuri. Vîrsta s-a stabilit numai pe bază de microfaună și în majoritatea cazurilor aceasta a permis separarea etajelor componente.

În ceea ce privește tectonica depozitelor pretortoniene din interiorul depresiunii, unde acestea sînt acoperite de o cuvertură de cîteva mii de metri grosime, forajele și prospecțiunile seismice efectuate, care pînă în prezent sînt încă incomplete și au un caracter regional, nu oferă suficiente elemente pentru descifrarea în detaliu a imaginilor structurale.

S-a reușit totuși să se identifice o serie de anticlinale îngropate și sinclinale profunde, cu întindere probabil regională, care nu au putut fi însă urmărite cu certitudine pe mari distanțe.

În afară de existența unui relief cutat, se pare că o altă caracteristică structurală a depozitelor pretortoniene o constituie zonele largi de efilare pe care acestea le formează pe flancurile ridicărilor periferice de pe bordură sau pe flancurile ridicărilor din interiorul depresiunii.

Mai este de remarcat existența unei dezarmonii structurale accentuate între depozitele pre-și posttortoniene, la care se adaugă dezarmonii de mai mică amploare existente între diferitele etaje componente.

## II. LUCRĂRI EXPERIMENTALE

### 1. Lucrări de teren

S-au colectat circa 140 probe de gaze de la sondele de explorare sau exploatare ale Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei.

Pe structurile unde au existat mai multe orizonturi productive, s-au luat probe din fiecare orizont. S-a ținut seama și de poziția pe structură, luîndu-se probe atît din axul structurii, cît și de pe flancuri.

Probele s-au recoltat de la capul de erupție a sondelor, după o refulare a gazelor din coloană. Gazele au fost prinse și transportate, în butelii de oțel, la laborator. Adîncimea de colectare a variat de la 154 m în sonda Corunca, pînă la 2944 m, în sonda 3 Laslău.

Structurile cercetate sînt indicate în harta din anexa 1.

### 2. Lucrări de laborator

Probele colectate au fost analizate în laboratoarele Întreprinderii geologice de prospecțiuni.

În gazele colectate s-au determinat următorii componenți: $H_2$, $O_2$, $CO_2$, $CH_4$, $C_2H_6$, $C_3H_8$, $iC_4H_{10}$, $nC_4H_{10}$, $iC_5H_{12}$, $nC_5H_{12}$, $iC_6H_{14}$, $nC_6H_{14}$, $iC_7H_{16}$, $nC_7H_{16}$, $iC_8H_{18}$, metilciclopentanul și ciclohexanul; dintre gazele rare: argonul și heliul.

La analiza gazelor s-a folosit tehnica cromatografiei de gaze, utilizîndu-se un cromatograf Perkin-Elmer, model 452 și un aparat Willy-Giede, model G.C.H.F.18.

Pentru determinarea $CO_2$ s-a utilizat o coloană cromatografică umplută cu di-2-etilhexilsebacat pe silicagel, un detector cu celulă de conductibilitate termică și heliu drept gaz transportor. Rezultatele au fost înregistrate cu un aparat electronic Honeywell.

La separarea și măsurarea azotului, He și $H_2$, s-au utilizat o coloană cu cărbune activ, un detector cu celulă de conductibilitate termică, gaz transportor, argonul.

Același aparat cromatografic a fost utilizat și la determinările de oxigen, Ar, $N_2$ și CO, prevăzut cu o coloană umplută, cu sită moleculară 5 A, detector cu celulă de conductibilitate termică, gaz transportor fiind heliul.

Metanul, etanul, propanul și butanii, precum și omologii acestora, s-au separat cu ajutorul unei coloane umplută cu ulei de silicon 200/50 pe cromosob P, utilizîndu-se un detector cu flacără de ionizare, gaz purtător fiind heliul.

Cu aparatura arătată, s-au determinat în gazele cercetate pînă la 10 p.p.m. în volume hidrocarburi în cazul detectorului cu celulă de conductibilitate termică și 0,5 p.p.m. în volume în cazul utilizării unui detector cu flacără de ionizare.

## III. PREZENTAREA REZULTATELOR ȘI CONCLUZII

Rezultatele analizelor au fost trecute în tabele, după cum urmează: în tabela 1, constituția chimică a gazelor din Sarmațian; în tabela 2, a gazelor din Buglovian și în tabela 3, a gazelor din Tortonian. Din cercetarea datelor prezentate în aceste tabele se observă următoarele:

1. Gazele naturale din Bazinul Transilvaniei sînt formate din cantități mari de *metan*, care ajunge la concentrații de peste 99,8%. Fac excepție gazele de pe structurile Ibănești, Praid și Baia, cu un conținut ridicat în azot: gazele de pe straturile Bențid-Tărcești, Cușmed, cu cantități însemnate de azot și $CO_2$. În aceste gaze, conținutul în metan variază între 6 și 91%. În general, în gazele cercetate conținutul în metan scade ușor atît cu adîncimea, cît și cu vechimea formațiunilor respective. Acest lucru se observă foarte bine pe structura

---

Analizele au fost executate de un colectiv de chimiști format din: *Mănișor El., Salgian Alice, Rugină Z., Stănescu S., Badea A., Prodănescu I., Dumitrașcu N., Dufu N.*, toți de la Întreprinderea geologică de prospecțiuni.

Sărmăşel (tabela 4), unde în Sarmaţian, la adîncimea de 223 m, gazele conţin 99,87% metan, iar în Tortonian, la adîncimea de 1 378 m, concentraţia metanului scade la 99,5%.

În ceea ce priveşte originea metanului în gazele din Bazinul Transilvaniei, dacă sîntem de acord cu teoria organică a formării hidrocarburilor, trebuie să o atribuim fazei biochimice de transformare a substanţei organice din sedimente. În această fază, materia organică depusă pe fundul bazinului, la o adîncime nu prea mare şi la o temperatură sub 80° C, a suferit influenţa bacteriilor anaerobe, transformîndu-se complet în metan, bioxid de carbon, azot, amoniac, hidrogen sulfurat şi hidrogen. Bioxidul de carbon, la rîndul lui, a fost transformat prin reducere în metan, tot prin acţiunea bacteriilor, iar amoniacul a fost oxidat la azot. În acest stadiu nu se formează alte hidrocarburi în afară de metan.

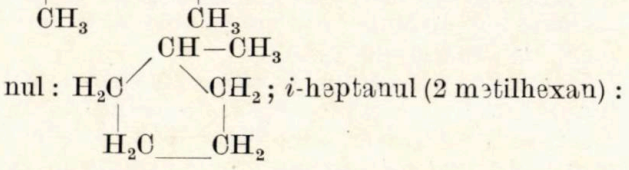
Azotul poate părăsi şi el complet sau parţial gazul respectiv, în prezenţa bacteriilor nitrifiante. Întrebarea care se pune este de ce în Bazinul Transilvaniei s-a format numai metan, fără hidrocarburi grele, adică petrol, aşa cum se găsesc în majoritatea zăcămintelor din ţara noastră?

Răspunsul ar fi următorul: condiţiile care au predominat în faza biochimică de transformare a substanţei organice au fost atît de favorabile, încît toată substanţa organică prezentă a fost transformată în metan şi bioxid de carbon.

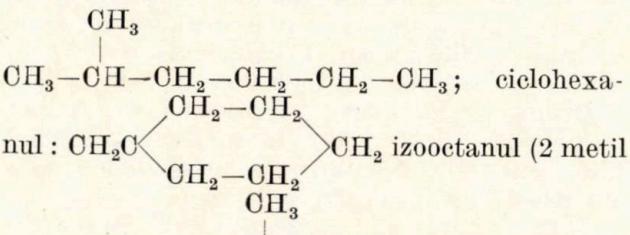
În al doilea rînd, substanţa organică care a luat parte la formarea gazelor a fost de natură vegetală, formată în cea mai mare parte din celuloză şi lignină, fără grăsimi şi proteine. În felul acesta, celuloza în prezenţa bacteriilor anaerobe s-a transformat complet în gaze, nemairămînînd în sedimente substanţă organică (acizi graşi şi proteine), care ulterior în timpul catagenezei să se transforme în petrol.

2. *Hidrocarburile uşoare* ocupă locul al doilea în compoziţia gazelor din Transilvania, nu prin conţinut, ci prin prezenţa lor în majoritatea gazelor cercetate.

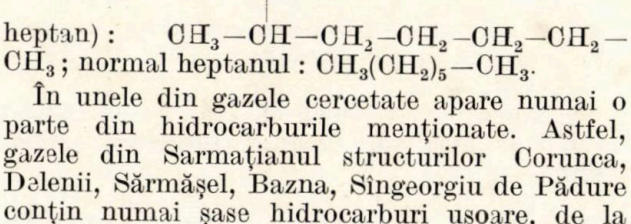
Dintre hidrocarburile uşoare s-au găsit etanul: $CH_3-CH_3$; propanul: $CH_3-CH_2-CH_3$; izobutanul: $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$; normal butanul: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$; metil-butanul: $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$; normal pentanul: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$; *i*-hexanul: (2,2 dimetil butanul): $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-CH_2-CH_3$; i-hexanul (2,3 dimetil butanul): $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$; *i*-hexanul (3-metil pentanul): $CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$; normal hexanul: $CH_3-(CH)_4-CH_3$; *i*-heptanul (2,4 dimetilpentan): $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$; metilciclopentanul:



; *i*-heptanul (2 metilhexan):



; ciclohexanul:



izooctanul (2 metil heptan): $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$; normal heptanul: $CH_3(CH_2)_5-CH_3$.

În unele din gazele cercetate apare numai o parte din hidrocarburile menţionate. Astfel, gazele din Sarmaţianul structurilor Corunca, Delenii, Sărmăşel, Bazna, Sîngeorgiu de Pădure conţin numai şase hidrocarburi uşoare, de la etan pînă la hexan (tab. 1). Pe măsură ce trecem în formaţiuni mai vechi (Buglovian, Tortonian), numărul hidrocarburilor uşoare creşte (tabela 1, 2, 3). Astfel, gazele din Buglovian conţin pînă la 10 componenţi, iar cele din Tortonian pînă la 15 componenţi hidrocarburici.

În general, gazele din formaţiuni mai vechi, pe lîngă un număr mare de componenţi hidrocarburici, conţin şi cantităţi relativ mai mari din aceşti componenţi, în comparaţie cu gazele din formaţiunile mai tinere. Astfel, gazele din Sarmaţian conţin între 0,08 şi 0,15% hidrocarburi uşoare, cele din Buglovian între 0,1 şi 0,15%, iar cele din Tortonian, între 0,2 şi 0,94% (tabela 1, 2, 3), (planşe).

Există o variaţie a concentraţiei hidrocarburilor uşoare şi cu adîncimea; astfel la Sărmăşel, la adîncimea de 223—200 m în Sarmaţian, conţinutul în hidrocarburi uşoare este de 0,08%, la 390—345 m în Buglovian, creşte la 0,1%, la 439—417 m tot în Buglovian, la 0,12% iar la 1378—1328 m în Tortonian, conţinutul în hidrocarburi uşoare ajunge la 0,17% (tabela 4) (planşe).

Prezenţa hidrocarburilor uşoare în gazele asociate petrolului se explică, în general, prin reacţiile chimice care au loc în substanţa organică în timpul diagenezei. În această fază are loc, pe lîngă decarboxilarea acizilor graşi şi

ruperea moleculelor mari cu formarea moleculelor mai simple, şi descompunerea aminoacizilor din proteine.

Desigur, aceasta poate fi o explicaţie pentru gazele asociate petrolului, unde hidrocarburile uşoare se găsesc în cantităţi mari, atît în gaze, cît şi în petrol.

Ipoteza menţionată nu poate, însă, explica prezenţa hidrocarburilor uşoare în acumulările de gaze din Transilvania, unde acestea nu sînt asociate cu petrolul şi nici nu se cunosc în apropiere zăcăminte de petrol.

De aceea, s-a căutat o altă explicaţie : metanul format în prima fază de transformare a substanţei organice, faza biochimică, a suferit în timpul diagenezei anumite transformări de ordin chimic, care au avut ca rezultat formarea hidrocarburilor uşoare. Mecanismul acestor reacţii ar fi următorul : molecula de metan sub influenţa temperaturii, presiunii şi, în special, a unor catalizatori din familia aluminosilicaţilor, s-ar transforma într-un radical liber extrem de reactiv : $CH_4 \rightarrow CH^{\bullet}_3 + H^{\bullet}$

Prin ciocnirea unui radical „metil" cu o moleculă de metan, se formează etanul şi un atom de hidrogen activ (proton): $CH_4 + CH^{\bullet}_3 \rightarrow CH_3 - CH_3 +$.

Ciocnirea unei molecule de etan cu un radical „etil" ar avea ca rezultat formarea propanului :

$$CH_3 - CH_3 + CH^{\bullet}_3 \rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_3 + H^{\bullet}$$

Reacţia poate merge şi mai departe prin acelaşi mecanism, la hidrocarburi cu greutate moleculară mai mare (butani, pentani etc.), însă cu o viteză din ce în ce mai mică.

Atomii de hidrogen formaţi în reacţiile arătate prin ciocnirea cu alţi atomi de hidrogen, se transformă în hidrogen molecular. În felul acesta s-ar explica prezenţa hidrogenului alături de hidrocarburile uşoare în gazele din Transilvania.

Formarea hidrocarburilor uşoare plecînd de la metan a fost sugerată şi de faptul că, în toate gazele analizate, concentraţia omologilor metanului scade pe măsura creşterii greutăţii moleculare a acestora. Astfel, concentraţia etanului este mai mică decît a metanului, aceea a propanului este mai mică decît a etanului, a butanilor mai mică decît a propanului şi aşa mai departe. Dacă aceste hidrocarburi uşoare s-ar fi format din hidrocarburi superioare ($C_n H_{2n+2}$), în care „$n$" are o valoare ridicată, ar fi trebuit ca ordinea mărimii concentraţei hidrocarburilor în gaze să fie inversă, pentanii, de exemplu, să fie în concentraţie mai mare decît butanii, butanii în concentraţii mai mari decît propanul şi acesta, la rîndul lui, în concentraţie mai mare decît etanul. Or, această situaţie nu s-a găsit niciodată în gazele din Transilvania. Mai mult decît atît, dacă într-un gaz s-au găsit numai cîteva hidrocarburi uşoare, acestea sînt întotdeauna etan, propan şi butani, şi niciodată hexani, pentani fără etan, propan şi butani, ceea ce dovedeşte că ele s-au format unele din altele, plecînd de la cele mai mici la cele mai mari şi, pe măsură ce ne depărtăm de metan, conţinutul în omologii acestuia scade după următoarea schemă :

metan → etan → propan → butani → pentani

În laborator s-au obţinut de către diferiţi cercetători hidrocarburi uşoare din metan, cu randamente pînă la 90%, prin trecerea metanului printr-un spaţiu încălzit la temperaturi ridicate timp de cîteva secunde (G. Egloff, C. D. Hurd).

3. *Bioxidul de carbon.* În general, $CO_2$ apare în gazele din Transilvania în cantităţi foarte mici (de ordinul zecimilor sau sutimilor de procent). În cîteva structuri conţinutul este, însă, ridicat, cum este cazul la Benţid, Tărceşti, Cuşmed, unde procentul de $CO_2$ în gaze variază de la 19% la Cuşmed, pînă la 89,3% la Benţid.

În gazele naturale din Bazinul Transilvaniei s-ar părea că $CO_2$ are origini diferite. Acolo unde acest component se găseşte în cantităţi foarte mici, sub 0,1%, am fi în prezenţa unui $CO_2$ biochimic, care a luat naştere din reacţiile de oxidare a hidrocarburilor de către sulfaţii din apele de zăcămînt, în prezenţa bacteriilor anaerobe. În felul acesta s-ar explica şi conţinutul relativ ridicat de $CO_2$ în gazele de pe flancurile structurilor, în apropiere de contactul gaze/apă.

Cantităţile mari de $CO_2$ care s-au găsit la Benţid, Tărceşti şi Cuşmed trebuie legate de fenomenele metamorfice care au avut loc la contactul sedimentarului cu eruptivul nou pe marginea estică a bazinului. Aici ar fi avut loc o disociere a carbonaţilor în bioxid de carbon şi oxizii respectivi. În favoarea acestei ipoteze pledează următoarele :

1) structurile Benţid, Tărceşti şi Cuşmed, cu cantităţi mari de $CO_2$, sînt situate pe marginea estică a bazinului, în apropierea zonei de contact dintre formaţiunile sedimentare şi cele eruptive.

2) Conţinutul în bioxid de carbon creşte o dată cu adîncimea, astfel la Benţid la adîncimea de 2373 m în cristalin s-au găsit 89,3% $CO_2$, iar la 1630 m în Tortonian 77,6%. La Tărceşti, la adîncimea de 1268 m în Tortonian, gazele conţin 72,8% $CO_2$, la 1182 m 20,4% $CO_2$, iar la 845 m numai 2,2% $CO_2$ (tabela 3). La Cuşmed în Buglovian la 710 m 19% $CO_2$, iar la 632m lipseşte (tab. 2).

Nu este exclusă şi o origină magmatică pentru acest component. El a putut lua naştere prin degazificarea magmei şi migrarea de-a lungul unor falii de la contactul sedimentarului cu eruptivul.

TABELA 1

**Compoziția chimică a gazelor din Depresiunea Transilvaniei (Formațiunea Sarmațian)**

| Nr. crt. | Sonda | structura | Adîncimea (perforatura) | Formațiunea geologică | Poziția sondei pe structură | Hidrogen | Heliu | Argon | Oxigen | Azot | Bioxid de carbon | Metan | Etan | Propan | i– butan | n– butan | i– pentan | n– pentan | i hexan | i hexan | i hexan | n– heptan | i–hept. | metil-ciclo-pentan | i-heptan | ciclo-hexan | i–octan | n– heptan | $\frac{iC_4}{nC_4}$ | $\frac{iC_5}{nC_5}$ | Hidroc. sup. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 16 | Corunca | 175–154 | Sarmațian | ax | 0,0 | 0,0107 | 0,027 | 0,0 | 0,04 | 0,032 | 99,8 | 0,08 | 0,006 | 0,0032 | 0,001 | 0,0007 | 0,00007 | | | | | | | | | | | | 3,2 | 10 | 0,09 |
| 2 | 4 | Saroș | 194–160 | Sarmațian | ax | 0,0 | 0,0 | 0,0070 | — | 0,035 | — | 99,83 | 0,09 | 0,014 | 0,0036 | 0,0016 | 0,0005 | 0,00005 | | | | | | | | | | | | 2,2 | 10 | 0,1 |
| 3 | 15 | Sărmășel | 223–200 | Sarmațian | ax | 0,0013 | 0,001 | 0,0029 | 0,0 | 0,02 | 0,019 | 99,87 | 0,06 | 0,02 | 0,0021 | 0,001 | 0,0006 | 0,00007 | | | | | | | | | | | | 2,8 | 9 | 0,08 |
| 4 | 7 | Bazna | 247–210 | Sarmațian | ax | 0,0 | 0,0 | 0,0059 | 0,0 | 0,027 | 0,0 | 99,87 | 0,078 | 0,0098 | 0,0002 | 0,0009 | 0,0003 | 0,0002 | | | | | | | | | | | | 2,2 | 1,5 | 0,09 |
| 5 | 24 | Singeorgiu de Pădure | 261–213 | Sarmațian | ax | 0,0 | 0,0 | — | 0,0 | 0,08 | 0,0 | 99,83 | 0,085 | 0,003 | 0,00011 | 0,00008 | 0,00008 | 0,00016 | | | | | | | | | | | | 1,3 | 0,5 | 0,09 |
| 6 | 32 | Bazna | 540–470 | Sarmațian | ax | 0,005 | 0,0 | 0,0091 | 0,0 | 0,02 | — | 99,86 | 0,088 | 0,011 | 0,0026 | 0,0013 | 0,0005 | 0,00005 | | | | | | | | | | | | 2,0 | 10 | 0,10 |
| 7 | 58 | Filitelnic | 622–506 | Sarmațian | ax | 0,020 | 0,0 | — | — | 0,09 | 0,0 | 99,76 | 0,113 | 0,016 | 0,074 | 0,0058 | 0,0033 | 0,0023 | 0,00005 | 0,00066 | 0,0003 | 0,0006 | — | 0,00036 | 0,0 | 0,00006 | 0,00012 | 0,00042 | 1,2 | 1,4 | 0,14 |
| 8 | 78 | Saroș | 748–727 | Sarmațian | ax | 0,007 | 0,0 | 0,0050 | 0,0 | 0,019 | 0,0 | 99,83 | 0,12 | 0,019 | 0,0038 | 0,002 | 0,0008 | 0,0001 | 0,00002 | 0,00002 | | | | | | | | | | 1,9 | 8 | 0,14 |
| 9 | 58 | Filitelnic | 858–840 | Sarmațian | ax | 0,021 | 0,0 | — | 0,0 | 0,06 | 0,007 | 99,79 | 0,113 | 0,016 | 0,0058 | 0,003 | 0,0023 | 0,0008 | 0,00008 | 0,00048 | 0,0002 | 0,0005 | — | 0,00024 | | | | | | 1,2 | 1,4 | 0,14 |
| 10 | 41 | Bazna | 1022–654 | Sarmațian | ax | 0,007 | 0,0 | 0,0091 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 99,3 | 0,12 | 0,019 | 0,0036 | 0,0016 | 0,0005 | 0,0001 | | | | | | | | | | | | 2,2 | 5 | 0,14 |
| 11 | 39 | Corunca | 1164–1228 | Sarmațian | ax | 0,0 | 0,0 | 0,0165 | 0,0 | 0,02 | 0,03 | 99,82 | 0,1 | 0,015 | 0,0046 | 0,004 | 0,002 | 0,0006 | 0,00008 | 0,00024 | 0,00004 | 0,00008 | | | | | | | | 1,0 | 3,3 | 0,12 |
| 12 | 6 | Filitelnic | 1214–1136 | Sarmațian | ax | 0,017 | 0,0 | 0,0016 | | 0,03 | 0,001 | 99,86 | 0,085 | 0,008 | 0,004 | 0,003 | 0,0021 | 0,0005 | 0,00007 | 0,00014 | 0,0 | 0,00007 | 0,0 | 0,00004 | | | | | | 1,3 | 4,2 | 0,1 |
| 13 | 99 | ,, | 1614–1494 | Sarmațian | ax | 0,017 | 0,0 | 0,0008 | 0,07 | 0,006 | 0,07 | 99,67 | 0,117 | 0,016 | 0,0067 | 0,0073 | 0,0056 | 0,0046 | 0,00018 | 0,00198 | 0,0010 | 0,0021 | — | 0,0011 | 0,00006 | 0,00054 | 0,0003 | 0,0005 | 0,9 | 1,2 | 0,14 |
| 14 | 4913 | Ibănești | 1790–1782 | Sarmațian | ax | 0,027 | 0,064 | 0,127 | — | 8,42 | — | 91,22 | 0,050 | 0,027 | 0,06 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,14 |
| 15 | 4913 | ,, | 1932–1920 | Sarmațian | ax | 0,042 | 0,057 | 0,093 | — | 8,34 | — | 91,31 | 0,060 | 0,029 | 0,06 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,15 |
| 16 | 133 | Filitelnic | 1806–1700 | Sarmațian | ax | 0,0085 | 0,0 | 0,0016 | 0,0 | 0,06 | 0,021 | 99,85 | 0,12 | 0,023 | 0,0089 | 0,0051 | 0,0043 | 0,0009 | 0,00014 | 0,00035 | 0,00014 | 0,00021 | — | 0,00007 | | | | | | 1,7 | 4,7 | 0,154 |

TABELA 2

**Compoziția chimică a gazelor din Depresiunea Transilvaniei (formațiunea Buglovian)**

| Nr. crt. | Sonda | structura | Adîncimea (perforatura) | Formațiunea geologică | Poziția sondei pe structură | Hidrogen | Heliu | Argon | Oxigen | Azot | Bioxid de carbon | Metan | Etan | Propan | butan | n butan | i pentan | n pentan | i hexan | i hexan | i hexan | n hexan | metilciclo-pentan | i heptan | ciclohexan | i octan | n heptan | $\frac{i\ C_4}{n\ C_4}$ | $\frac{iC_5}{nC_5}$ | Hidroc. sup. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | Sărmășel | 390–345 | Buglovian | ax | 0,0003 | 0,0022 | 0,0059 | 0,0 | 0,21 | 0,0 | 99,90 | 0,077 | 0,02 | 0,0036 | 0,0023 | 0,0003 | 0,0002 | — | 0,00007 | — | 0,00014 | | | | | | 1,5 | 4,5 | 0,1 |
| 2 | 33 | Sărmășel | 439–417 | Buglovian | ax | 0,0022 | 0,0033 | 0,0059 | 0,0 | 0,19 | 0,0 | 99,92 | 0,08 | 0,032 | 0,004 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | | | | | | | | | | 1,3 | 1,0 | 0,12 |
| 3 | 10 | Cușmed | 632–682 | Buglovian | ax | 0,26 | — | — | 0,2 | 35,9 | 0,0 | 63,0 | 0,23 | 0,09 | 0,017 | 0,0046 | 0,0041 | 0,0008 | 0,0002 | 0,00044 | 0,00019 | 0,00013 | 0,00019 | — | 0,00019 | 0,00032 | — | 3,7 | 5,1 | 0,34 |
| 4 | 13 | Șincai | 1028–937 | Buglovian | ax | 0,0 | 0,0 | 0,0059 | — | 0,03 | 0,0 | 99,88 | 0,12 | 0,014 | 0,0051 | 0,0040 | 0,003 | 0,0012 | 0,00006 | 0,00054 | 0,0003 | 0,00066 | 0,00018 | 0,00012 | 0,00018 | 0,00018 | 0,00054 | 1,2 | 2,5 | 0,14 |
| 5 | 40 | Corunca | 1442–1280 | Buglovian | ax | 0,0 | 0,0 | 0,0037 | 0,0 | 0,01 | 0,0 | 99,83 | 0,12 | 0,02 | 0,0057 | 0,004 | 0,002 | 0,001 | 0,00006 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0007 | 0,00018 | | | | | 1,4 | 2,0 | 0,15 |
| 6 | 5 | Teleag | 1486–1456 | Buglovian | ax | — | 0,004 | 0,001 | — | 0,25 | 0,03 | 99,82 | 0,09 | 0,015 | 0,024 | 0,008 | 0,007 | 0,0014 | 0,0002 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0003 | | | | | 3 | 5 | 0,13 |
| 7 | 41 | NouăSăsesc | 1764–1686 | Buglovian | ax | 0,0 | 0,0 | — | 0,0 | 0,04 | 0,i | 99,8 | 0,1 | 0,017 | 0,0038 | 0,0027 | 0,0016 | 0,00038 | 0,0007 | 0,0002 | 0,00007 | 0,00014 | | | | | | 1,4 | 5 | 0,125 |
| 8 | 140 | Saroș | 2125–1778 | Buglovian | ax | 0,009 | 0,0 | 0,004 | 0,0 | 0,019 | 0,0 | 99,83 | 0,092 | 0,016 | 0,0046 | 0,0023 | 0,0013 | 0,0015 | 0,0001 | 0,0019 | 0,0001 | 0,004 | 0,0009 | 0,0001 | 0,0008 | 0,0016 | 0,001 | 2,0 | 1,0 | 0,15 |
| 9 | 123 | Filitelnic | 2154–2066 | Buglovian | ax | 0,024 | 0,0 | — | 0,0 | 0,03 | 0,04 | 99,81 | 0,1 | 0,013 | 0,0057 | 0,0033 | 0,0028 | 0,00056 | 0,00004 | 0,00024 | 0,00008 | | 0,00024 | | | | | 1,7 | 5 | 0,13 |
| 10 | 4502 | Filitelnic | 2334–2234 | Buglovian | ax | 0,025 | 0,0 | — | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 99,80 | 0,07 | 0,013 | 0,008 | 0,005 | 0,004 | 0,0018 | 0,0001 | 0,0007 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0004 | 0,00008 | 0,00008 | 0,00008 | 1,6 | 2,2 | 0,1 |
| 11 | 10 | Cușmed | 710–682 | Buglovian | ax | 0,21 | — | — | — | 29,5 | 19,0 | 50,1 | 0,187 | 0,079 | 0,011 | 0,0048 | 0,0038 | 0,0011 | 0,00003 | 0,0005 | 0,00026 | 0,00026 | 0,00045 | — | 0,00013 | | | 2,2 | 3,4 | 0,28 |

TABELA 3

**Compoziția chimică a gazelor din Depresiunea Transilvaniei (formațiunea Tortonian)**

| Nr. crt. | Sonda | structura | Adîncimea (perforatura) | Formațiunea geologică | Poziția sondei pe structură | Hidrogen | Heliu | Argon | Bioxid de carbon | Azot | Bioxid de carbon | Metan | Etan | Propan | i butani | n butani | i -pentani | n -pentani | i hexan | i hexan | i hexan | n hexan | i–heptan | metil-ciclo-pentan | i–heptan | ciclo-hexan | i–octan | n–heptan | $\frac{i\ C_4}{n\ C_4}$ | $\frac{i\ C_5}{nC_5}$ | Hidrocarburi sup. % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Beia | 722–712 | Tortonian | ax | 0,0 | — | — | 0,0 | 17,9 | 0,5 | 81,20 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,27 |
| 2 | 1 | Tărcești | 845–802 | ,, | ,, | 0,012 | — | — | 0,0 | 19,4 | 2,22 | 77,96 | 0,15 | 0,025 | 0,014 | 0,007 | 0,004 | 0,0013 | 0,00006 | 0,0005 | 0,00017 | 0,00017 | — | 0,00022 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2 | 3 | 0,19 |
| 3 | 40 | Benți d Sărmășel | 892–825 | ,, | ,, | 0,017 | 0,0004 | 0,0029 | 0,0 | 0,19 | 0,0 | 99,66 | 0,08 | 0,036 | 0,004 | 0,003 | 0,0018 | 0,0008 | 0,0008 | 0,00072 | 0,0004 | 0,00072 | — | 0,00064 | — | 0,00048 | 0,00024 | 0,00014 | 1,3 | 2,2 | 0,12 |
| 4 | 1 | Tărcești Benți d | 1182–1106 | ,, | ,, | 0,017 | 0,07 | 0,075 | 1,5 | 4,0 | 20,4 | 74,03 | 0,081 | 0,01 | 0,0057 | 0,0045 | 0,0023 | 0,0007 | — | 0,0001 | 0,00007 | 0,00007 | — | — | — | — | — | — | 1,2 | 3,3 | 0,1 |
| 5 | 1 | Beia | 1202–1170 | ,, | ,, | 0,03 | — | — | 0,0 | 11,3 | 0,58 | 81,2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,33 |
| 6 | 1 | Tărcești Benți d | 1268–1200 | ,, | ,, | 0,017 | 0,017 | 0,094 | 1,0 | 3,5 | 72,8 | 22,53 | 0,020 | 0,0064 | 0,0018 | 0,0020 | 0,0013 | 0,0013 | — | 0,0008 | 0,0005 | 0,0099 | — | 0,0005 | 0,00007 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0017 | 0,9 | 1,0 | 0,2 |
| 7 | 41 | Sărmășel | 1378–1328 | ,, | ,, | 0,041 | 0,0004 | 0,0029 | — | 0,26 | 0,008 | 99,50 | 0,1 | 0,06 | 0,013 | 0,0057 | 0,0036 | 0,0009 | 0,00028 | 0,00028 | 0,00014 | 0,00007 | — | — | — | — | — | — | 2,3 | 4,0 | 0,18 |
| 8 | 4441 | Benți d | 1559 | ,, | ,, | 0,2 | 0,0077 | 0,027 | 0,0 | 13,2 | 70,9 | 15,59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 2 | Benți d | 1630 | ,, | ,, | 0,0 | 0,056 | 0,051 | 0,0 | 10,97 | 77,6 | 11,32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 13 | Ernei | 1638–1622 | ,, | ,, | 0,079 | 0,0003 | 0,001 | 0,022 | 0,28 | 0,01 | 99,1 | 0,5 | — | | 0,0017 | 0,0013 | 0,0003 | — | 0,003 | — | 0,0001 | | | | | | | 4 | 0,54 |
| 11 | 6 | Corunca | 1784–1686 | ,, | ,, | 0,0080 | 0,0 | 0,03 | 0,0 | 0,48 | — | 99,49 | 0,34 | 0,05 | 0,006 | 0,0072 | 0,0073 | 0,0042 | 0,0001 | 0,0011 | 0,001 | 0,0015 | — | 0,0007 | 0,0001 | 0,0003 | 0,00003 | 0,0002 | — | — | 0,39 |
| 12 | 28 | Corunca | 1780–1740 | ,, | ,, | 0,0085 | 0,0 | 0,0031 | 0,0 | 0,48 | — | 99,11 | 0,32 | 0,04 | 0,007 | 0,0081 | 0,0061 | 0,0051 | 0,001 | 0,0015 | 0,001 | 0,002 | — | 0,0008 | 0,0002 | 0,0003 | 0,00004 | 0,0003 | — | — | 0,36 |
| 13 | 27 | Corunca | 1947–1892 | ,, | ,, | 0,018 | 0,0 | 0,0026 | 0,0 | 0,03 | — | 99,73 | 0,15 | 0,03 | 0,008 | 0,0094 | 0,0064 | 0,0066 | 0,0001 | 0,0022 | 0,001 | 0,0028 | — | 0,0009 | 0,0002 | 0,0004 | 0,00005 | 0,0004 | 0,9 | 1,4 | 0,20 |
| 14 | 1 | Praid | 2576 | ,, | ,, | 0,0 | 0,5 | 0,1 | 2,2 | 57,1 | 0,35 | 38,80 | 0,91 | 0,02 | — | 0,009 | 0,003 | 0,001 | — | 0,0004 | 0,0003 | 0,0003 | — | 0,001 | | | | | | 3 | 0,94 |
| 15 | 3 | Laslău | 2944 | ,, | ,, | 0,0 | 0,0 | 0,001 | 0,035 | 0,3 | 0,02 | 99,28 | 0,61 | — | — | 0,017 | 0,0012 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0001 | — | — | 0,0001 | | | | | | 4 | 0,614 |
| 16 | 4441 | Benți d | 2512–2373 | ,, | ,, | 0,16 | — | 0,014 | 0,0 | 4,4 | 89,3 | 6,01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

TABELA 4

**Variaţia conţinutului în bioxid de carbon, metan şi hidrocarburi grele cu adîncimea şi formaţiunea geologică**

Structura Sărmăşel

| Nr.crt. | Sonda | Adîncimea | Formaţiunea geologică | $CO_2$ | $CH_4$, % | Hidrocarburi grele, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 15 | 200—232 | Sarmaţian | 0,019 | 99,87 | 0,08 |
| 2. | 27 | 345—390 | Buglovian | 0,018 | 99,86 | 0,10 |
| 3. | 33 | 417—439 | ,, | 0,015 | 99,92 | 0,12 |
| 4. | 40 | 892—825 | Tortonian | 0,010 | 99,66 | 0,12 |
| 5. | 41 | 1328—1378 | ,, | 0,008 | 99,50 | 0,17 |

TABELA 5

**Variaţia compoziţiei chimice a gazelor în funcţie de poziţia sondelor pe structură**

| Sonda, structura | Adîncimea | Formaţiunea | Poziţia pe structură | Hidrocarburi, % | Heliu, % | Argon, % | Oxigen, % | Azot, % | Bioxid carb, % | Metan, % | HC % | $\frac{i\,C_4}{n\,C_4}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 35 Corunca | 772—754 | Sarmaţian | Ax | 0,008 | 0,004 | 0,0036 | — | 0,01 | 0,04 | 99,83 | 0,120 | 0,8 |
| 12 ,, | 838—834 | ,, | Flanc | 0,004 | 0,003 | 0,004 | — | 0,01 | 0,065 | 99,79 | 0,129 | 1,3 |
| 4 ,, | 892—904 | ,, | ,, | 0,003 | 0,002 | 0,005 | — | 0,02 | 0,08 | 99,77 | 0,127 | 1,9 |
| 78 Saroş | 748—627 | ,, | Ax | — | — | — | — | 0,019 | — | 99,83 | 0,146 | 1,9 |
| 95 ,, | 760—690 | ,, | Flanc | — | — | — | — | 0,013 | — | 99,82 | 0,163 | 4,3 |
| 122 ,, | 760—712 | ,, | ,, | — | — | — | — | 0,024 | — | 99,83 | 0,137 | 1,3 |
| 32 Bazna | 540—470 | ,, | Ax | 0,005 | — | 0,0091 | — | 0,02 | — | 99,87 | 0,103 | 2,0 |
| 47 ,, | 594—506 | ,, | Flanc | 0,042 | — | 0,01 | — | 0,019 | — | 99,87 | 0,101 | 2,0 |
| 13 ,, | 870—602 | ,, | ,, | 0,002 | — | 0,015 | — | 0,24 | — | 99,66 | 0,096 | 2,0 |
| 41 ,, | 1022—654 | ,, | Ax | 0,007 | — | 0,0091 | | 0,5 | | 99,35 | 0,145 | 2,2 |
| 50 ,, | 1090—730 | ,, | Flanc | 0,005 | — | 0,008 | | 0,02 | | 99,84 | 0,135 | |
| 6 Filitelnic | 1214—1136 | ,, | Ax | 0,017 | | 0,0016 | | 0,03 | 0,01 | 99,86 | 0,103 | |
| 101 ,, | 1174—1140 | ,, | Flanc | 0,015 | | 0,0016 | | 0,0 | 0,047 | 99,84 | 0,213 | |
| 29 ,, | 1190—1138 | ,, | ,, | 0,013 | | 0,0020 | | 0,09 | 0,017 | 99,78 | 0,109 | |
| 135 ,, | 1806—1700 | ,, | Ax | 0,0085 | | 0,0016 | | 0,06 | 0,021 | 99,76 | 0,154 | |
| 41 ,, | 1808—1722 | ,, | Flanc | 0,005 | | 0,0018 | | 0,08 | 0,03 | 99,72 | 0,167 | |
| 15 Sărmăşel | 223—200 | Sarmaţian | Ax | 0,0013 | 0,001 | 0,0029 | — | 0,02 | 0,019 | 99,88 | 0,08 | 2,8 |
| 14 ,, | 247—225 | ,, | Flanc | 0,0010 | 0,0009 | 0,0 | — | 0,21 | 0,20 | 99,51 | 0,076 | 4,2 |
| 33 ,, | 439—417 | Buglovian | Ax | 0,0022 | 0,0033 | 0,0059 | — | 0,19 | 0 | 99,69 | 0,12 | 1,3 |
| 30 ,, | 460—425 | ,, | Flanc | 0,001 | 0,001 | 0,0049 | — | 0,20 | 0 | 99,67 | 0,13 | 1,1 |
| 40 ,, | 892—825 | Torton. | Ax | 0,017 | 0,0004 | 0,0029 | — | 0,19 | 0 | 99,69 | 0,12 | 1,3 |
| 54 ,, | 1075—928 | ,, | Flanc | 0,01 | 0,0001 | 0,0029 | — | 0,16 | 0,002 | 99,67 | 0,16 | 2,5 |
| 41 ,, | 1378—1328 | ,, | Ax | 0,041 | 0,0004 | 0,0029 | — | 0,02 | 0,008 | 99,95 | 0,18 | 2,3 |
| 62 ,, | 1440—1384 | ,, | Flanc | 0,009 | 0,0009 | 0,0030 | — | 0,022 | 0,048 | 99,74 | 0,15 | 2,0 |
| 24 Singeorgiu de Pădure | 261—213 | Sarmaţian | Ax | — | — | | — | 0,08 | 0,0 | 99,83 | 0,09 | 1,3 |
| 6 ,, | 326—265 | ,, | Flanc | — | — | | 0,8 | 0,08 | 0,0 | 99,57 | 0,35 | 0,6 |
| 15 ,, | 322—316 | ,, | ,, | | | | — | 1,6 | 0,1 | 98,20 | 0,12 | 0,5 |
| 13 Şincai | 1028—937 | Bugl. | Ax | — | — | 0,0059 | | 0,03 | 0,0 | 99,83 | 0,13 | 1,2 |
| 35 ,, | 1002—900 | ,, | Flanc | | | 0,003 | | 0,06 | 0,0 | 99,80 | 0,127 | 1,0 |
| 23 ,, | 1090—970 | ,, | ,, | | | 0,005 | | 0,05 | 0,0 | 99,81 | 0,116 | 0,8 |

4. *Azotul* apare în cea mai mare parte din structurile cercetate în cantităţi extrem de mici (de ordinul zecimilor sau sutimilor de procent). Credem că în acest caz este vorba de un azot atmosferic pătruns în zăcămînt, fie o dată cu formarea sedimentului, fie mai tîrziu, dizolvat în apele subterane.

Există, însă, un azot care apare în cantităţi mari (4,4—57%), însă numai pe structurile situate pe marginea estică a Bazinului Transilvaniei: Ibăneşti, Praid, Benţid, Tărceşti, Beia, Cuşmed. Acest azot nu poate avea decît o origină internă metamorfică sau magmatică (descompunerea compuşilor cu azot în timpul metamorfismului sau degajarea lui din magmă).

Indiferent de origină, el a migrat din adîncime, de-a lungul unor falii frecvente pe marginea estică a bazinului. Pentru această ipoteză pledează şi cantităţile însemnate de gaze rare, de origină internă, care însoţesc azotul pe aceste structuri.

5. *Hidrogenul* apare în cantităţi foarte mici, de la zecimi de procent pînă la miimi de procent.

În general, gazele din Sarmaţian şi Buglovian sînt mai sărace în hidrogen decît cele din Tortonian. Prezenţa hidrogenului poate fi atribuită reacţiilor de dehidrogenare a metanului cu formarea de hidrocarburi uşoare şi hidrogen sub influenţa diferiţilor factori fizico-chimici (presiune, temperatură, catalizatori).

Cantităţile mai ridicate de hidrogen din gazele din Tortonian ar confirma acest punct

de vedere. O excepţie face hidrogenul din gazele de pe structurile Ibăneşti, Benţid, Cuşmed, din estul Bazinului Transilvaniei, unde se găseşte în cantităţi mai mari, 0,042—0,16%, şi pare să aibă o origină internă. Hidrogenul a venit din interior, o dată cu celelalte gaze de aceeaşi origine (bioxid de carbon, azot, gaze rare), de-a lungul unor falii de la limita sedimentarului cu eruptivul.

6. *Argonul* s-a găsit în majoritatea gazelor cercetate în cantităţi de la sutimi pînă la miimi de procent.

Originea lui în gazele naturale este legată de aerul atmosferic. Argonul a putut fi reţinut în porii rocii-magazin încă de la formarea acesteia, sau a fost dizolvat în apele subterane şi transportat în soluţie pînă în capcanele structurale, unde, sub influenţa temperaturii, a fost pus în libertate.

Pe structurile Ibăneşti, Benţid-Tărceşti şi Praid, el se găseşte în cantităţi mai mari, de la zecimi pînă la sutimi de procent. Aici prezenţa argonului trebuie legată de dezintegrarea potasiului din rocile de adîncime, de unde a migrat alături de heliu şi azot în zăcămintele actuale de hidrocarburi.

7. *Heliul* se găseşte în majoritatea gazelor din Bazinul Transilvaniei. Conţinutul cel mai ridicat în heliu se găseşte în gazele de pe structurile din estul depresiunii.

Originea heliului trebuie legată de dezintegrarea elementelor radioactive ($U^{235}$, $U^{238}$, $Th^{232}$) din rocile fundamentului, de unde a migrat în capcane structurale, acumulîndu-se la un loc cu hidrocarburile gazoase.

Nu există o regulă a variaţiei acestui element cu adîncimea. S-ar părea, totuşi, că, pe o structură cu mai multe orizonturi gazifere, el se acumulează în orizonturile superioare.

8. *Concentraţia componenţilor* gazelor naturale variază şi cu poziţia sondelor pe structură, după cum se vede din tabela 5 (planşă):

— hidrogenul, heliul şi metanul se găsesc în concentraţii mai ridicate în zona axială a structurii;

— hidrocarburile uşoare (etan, propan, butani, pentani azotul, argonul şi bioxidul de carbon, se acumulează în cantităţi mai mari pe flancuri.

Această distribuţie arată clar existenţa unei migraţii a componenţilor gazoşi în interiorul zăcămîntului: cei mai uşori (hidrogen, heliu, metan) migrează spre zonele superioare ale structurii, iar cei mai grei (hidrocarburile uşoare, azotul, bioxidul de carbon) spre flancurile structurii. În felul acesta, în cadrul unei acumulări, se tinde spre un echilibru cît mai stabil între toţi componenţii.

9. *Originea zăcămintelor de gaze din Transilvania.* În evoluţia concepţiilor despre originea zăcămintelor de gaze din Depresiunea Transilvaniei, se disting, în principal, două etape: una corespunzătoare fazei de început a cercetărilor geologice, imediat după descoperirea primelor zăcăminte de gaze, în care s-a emis ipoteza unei migraţii din adîncime a hidrocarburilor, cu formarea de zăcăminte secundare, ca roci-mame, fiind considerate şisturile bituminoase oligocene (I. A t a n a s i u), şi o etapă ulterioară, dominată de personalitatea profesorului Mrazec, care pentru prima dată emite ideea că gazele din Depresiunea Transilvaniei sînt acumulate în zăcăminte primare şi deci, au fost generate de pelitele tortoniene şi sarmaţiene.

Informaţiile obţinute de sub sarea tortoniană prin forajele executate în ultimul timp, cît şi măsurătorile de laborator concretizate în această lucrare, prin care s-a căutat să se verifice caracterul primar sau secundar al zăcămintelor cercetate, nu sprijină teoria migrării hidrocarburilor din surse pretortoniene.

La această concluzie s-a ajuns pornindu-se de la următoarele premise:

a. În cazul existenţei zăcămintelor secundare, gazele migrate ar trebui să-şi mărească conţinutul în compuşi chimici cu viteză de migrare maximă. Pentru a verifica acest lucru, s-a urmărit pe mai multe structuri variaţia raportului izobutan-normal-butan şi izopentan-normal-pentan, ştiindu-se că în gazele migrate

TABELA 6

**Varietatea raportului $\frac{i\,C_4}{n\,C_4}$ şi $\frac{i\,C_5}{n\,C_5}$ în funcţie de adîncime**

SĂRMĂŞEL

| Nr. crt. | Sonda | Orizontul | Adîncimea | Formaţiunea geologică | Poziţia sondei pe structură | $\frac{i\,C_4}{n\,C_4}$ | $\frac{i\,C_5}{n\,C_5}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 | III | 223—200 | Sarmaţian | Ax | 2,8 | 9 |
| 2 | 27 | V | 340—345 | Buglovian | ,, | 1,5 | 4,5 |
| 3 | 33 | VI | 439—417 | Buglovian | ,, | 1,3 | 10 |
| 4 | 40 | X—XI | 892—825 | Tortonian | ,, | 1,3 | 2,2 |
| 5 | 41 | XIV | 1378—1328 | Tortonian | ,, | 2,2 | 4 |

FILITELNIC

| Nr. crt. | Sonda | Orizontul | Adîncimea | Formaţiunea geologică | Poziţia sondei pe strat | $\frac{i\,C_4H_{10}}{n\,C_4H_{10}}$ | $\frac{i\,C_5H_{12}}{nC_5H_{12}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 58 | A | 622—506 | Sarmaţian | Ax | 1,2 | 1,4 |
| 2 | 33 | I | 858—840 | Sarmaţian | Ax | 1,8 | 2,8 |
| 3 | 6 | III | 1214—1136 | Sarmaţian | Ax | 1,3 | 4,2 |
| 4 | 99 | V | 1614—1494 | Sarmaţian | Ax | 0,9 | 1,2 |
| 5 | 133 | VI | 1806—1700 | Sarmaţian | Ax | 1,7 | 4,7 |
| 6 | 123 | IX | 2150—2066 | Buglovian | Ax | 1,7 | 5,0 |
| 7 | 4502 | XI | 2333—2234 | Buglovian | Ax | 1,6 | 2,2 |

CORUNCA

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 16 | I | 175—154 | Sarmaţian | Ax | 3,2 | 10 |
| 2 | 35 | 2 | 772—754 | Sarmaţian | Ax | 0,8 | 1,0 |
| 3 | 39 | IV | 1228—1164 | Sarmaţian | Ax | 1,0 | 3,3 |
| 4 | 40 | V | 1442—1280 | Buglovian | Ax | 1,4 | 2,0 |
| 5 | 27 | XI | 1942—1892 | Tortonian | Ax | 0,9 | 1,4 |

TABELA 7

**Determinarea caracterului de rocă-mamă al unor roci din Tortonianul Transilvaniei**

| Nr. crt. | Nr. prob. | Localitatea | Adîncimea | Formațiunea geologică | Bitum. A, % | Pierd. HCl, % | Bitum C % | Carbon org. % | Grad bit. | Ind. bit. | OBSERVAȚII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | | 3008—3010 deasupra sării | marne | 0,1656 | 18,04 | 0,0548 | 0,54 | 30,6 | 22,04 | Rocă-mamă |
| 2 | 19 | Grebeniș | 1500—1205 | marne | 0,1004 | 21,68 | 0,068 | 0,48 | 20,8 | 16,84 | Rocă-mamă |
| 3 | 6 | Daia Țelina | 1597—1599 | nisip marne | 0,065 | 17,28 | 0,0556 | 0,47 | 13,8 | 12,06 | Nu are caracter de rocă-mamă |
| 4 | 5 | Bozed | 2440,5—2442,5 | nisip marne | 0,0662 | 18,55 | 0,0524 | 0,70 | 12,3 | 13,86 | Nu are caracter de rocă-mamă |
| 5 | 6 | Ocna Mureș | 2750—2752 | marne | 0,179 | 32,24 | 0,1492 | 0,54 | 33,1 | 32,82 | Rocă-mamă |

raportul izoparafine la parafine normale este mai mare decît în gazele care nu au suferit fenomene de migrare.

Cercetînd datele din tabela 6, cu variația $\frac{i\,C_4}{n\,C_4}$ și $\frac{i\,C_5}{n\,C_5}$ în gazele de pe structurile Sărmășel, Filitelnic și Corunca, se observă o variație neregulată a valorii acestor rapoarte de la un orizont la altul. Valori mai ridicate se înregistrează numai la gazele din orizontul I de la Sărmășel și Corunca, unde $\frac{i\,C_4}{n\,C_4}$ variază între 2,8 și 3,2, iar $\frac{i\,C_5}{n\,C_5}$ între 9 și 10.

Acest lucru duce la concluzia că singurele gaze care prezintă caractere de gaze migrate sînt numai acelea din apropiere de suprafață (orizont 1).

Gazele din celelalte orizonturi, de la adîncimi mai mari, nu prezintă caractere de gaze migrate, ele găsindu-se în zăcăminte primare.

b. Seriile pelitice, a căror grosime în coloana litologică a „formațiunii cu gaze" este apreciabilă, constituie rocile generatoare pentru gazele din Depresiunea Transilvaniei. Pentru verificare, s-a determinat în laborator caracterul de rocă-mamă al unor pelite din Tortonian. Rezultatele prezentate în tabela 7 par să confirme acest lucru.

## 4. Concluzii

Lucrarea de față aduce o serie de date analitice noi în legătură cu compoziția chimică a gazelor naturale din depresiunea Transilvaniei.

S-a pus în evidență prezența unor componenți de valoare industrială, iar în ceea ce privește hidrocarburile ușoare lichide (hexani, heptani, octani) identificați pentru prima oară în gazele din Transilvania, s-a emis un punct de vedere nou asupra genezei acestora plecînd de la metan. De asemenea, datele de laborator confirmă caracterul primar al zăcămintelor studiate.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Ciupagea, D., Paucă, M, și Ichim, Tr. Geologia Depresiunii Transilvaniei, Ed. Academiei RSR, București, 1970.
2. Ciupagea, D. Studii geologice privind terenurile gazeifere din Transilvania, 1935.
3. Egloff, G. Reactions of pure Hidrocarbures New-York.
4. Filipescu, M. N. și Istocescu, D. Cercetări în legătură cu originea și compoziția chimică a gazelor naturale din Depresiunea Panonică. Petrol și gaze, **23**, nr. 8, 1972.
5. Grigoraș, N. Geologie des gisements de petrol et des gas en Roumanie. Congres Intern de Geologie, Mexic 1956.
6. Mrazec, L. Sur les gisements de gaz naturels de la Cuvette Transylvaine, Les Carpathes et l'avant pays. III Karpacki Instytut Geologieznonaftowi, Warzsawa-Bsyslaw, Lvov, 1935.
7. Vancea, A. Neogenul din Bazinul Transilvaniei Editura Academiei R.P.R., București, 1960.
8. Vancea, A. și Bîrlogeanu, M. Variations de faciès lithologique dans la formation à gaz du Bassin de Transylvanie.
   Rev. Roum. de Géol. Géophys. et Géogr., Série de Géologie 14 nr. 2 și 15, nr. 2, 1970—1971.

# ASUPRA DETERMINĂRII INTERVALELOR DE EGALĂ FORABILITATE A ROCILOR TRAVERSATE PRIN FORAJ

Gh. Ionescu, M. Ioniță, N. Pătulea și T. Pitea

Pentru compararea corectă a rezultatelor obținute privind lucrul sapelor, precum și pentru stabilirea parametrilor regimului de săpare pe diferite structuri geologice, un rol important îl are evidențierea intervalelor săpate, în care acțiunea factorului rocă este practic constantă, formațiunile respective caracterizîndu-se prin aceeași forabilitate (adică, se traversează cu aceeași viteză medie de foraj pentru sape de același tip, egale în diametru și lucrînd în aceleași condiții de regim și fluid de foraj).

Pentru evidențierea intervalelor de egală forabilitate, în R.S.R. sînt utilizate două procedee:

— procedeul grafic;

— un procedeu bazat pe determinarea unor grupe omogene statistic [1].

*Primul procedeu* constă în întocmirea unui grafic care prezintă variația timpului cumulativ de săpare cu adîncimea sondei; schimbările de pantă reprezintă, în acest caz, schimbări ale vitezei medii de foraj, implicate de variația unuia din factorii importanți care o influențează, și anume roca. Punctele respective delimitează intervalele de egală forabilitate.

*În cazul procedeului bazat pe determinarea unor grupe omogene statistic*, se definesc ca intervale de egală forabilitate acelea în care indicatorii de foraj realizați nu diferă semnificativ statistic. Dacă, de exemplu, se înregistrează intervalele de timp în care s-a realizat săparea fiecărui metru dintr-un marș la sonda respectivă, se obține o mulțime de valori:

$$t_{1i},\ t_{2i},\ t_{3i},\ \ldots,\ t_{hi}$$

în care $h$ reprezintă numărul de metri săpați în marșul $i$.

Această mulțime poate fi caracterizată statistic prin media $(\bar{t}_i)$, și abaterea standard a șirului $[s(t_i)]$. În continuare, folosind una dintre metodele statistice cunoscute [2], mulțimea de valori $t_i$ se separă în grupe omogene statistic, pe baza diferenței semnificative minime între două valori succesive. Ambele procedee se aplică numai pentru sondele săpate cu aproximativ același regim de foraj pe intervalul analizat; de asemenea, este necesar ca ele să folosească același tip de sapă, fluid de foraj cu aceleași proprietăți, iar condițiile de curățare a tălpii să fie uniforme. În toate sondele, ale căror rezultate sînt folosite ca informații pentru stabilirea intervalelor de egală forabilitate, este necesar ca exploatarea sapelor să fie condusă astfel, încît uzura finală a elementelor active să nu difere prea mult de la o sapă la alta.

Aceste condiții — uneori greu de realizat în întregime — sînt impuse de faptul că orice variație care apare în viteza medie de foraj trebuie să fie provocată exclusiv de schimbări în forabilitate.

În ceea ce privește cele două procedee discutate anterior, trebuie să se precizeze că:

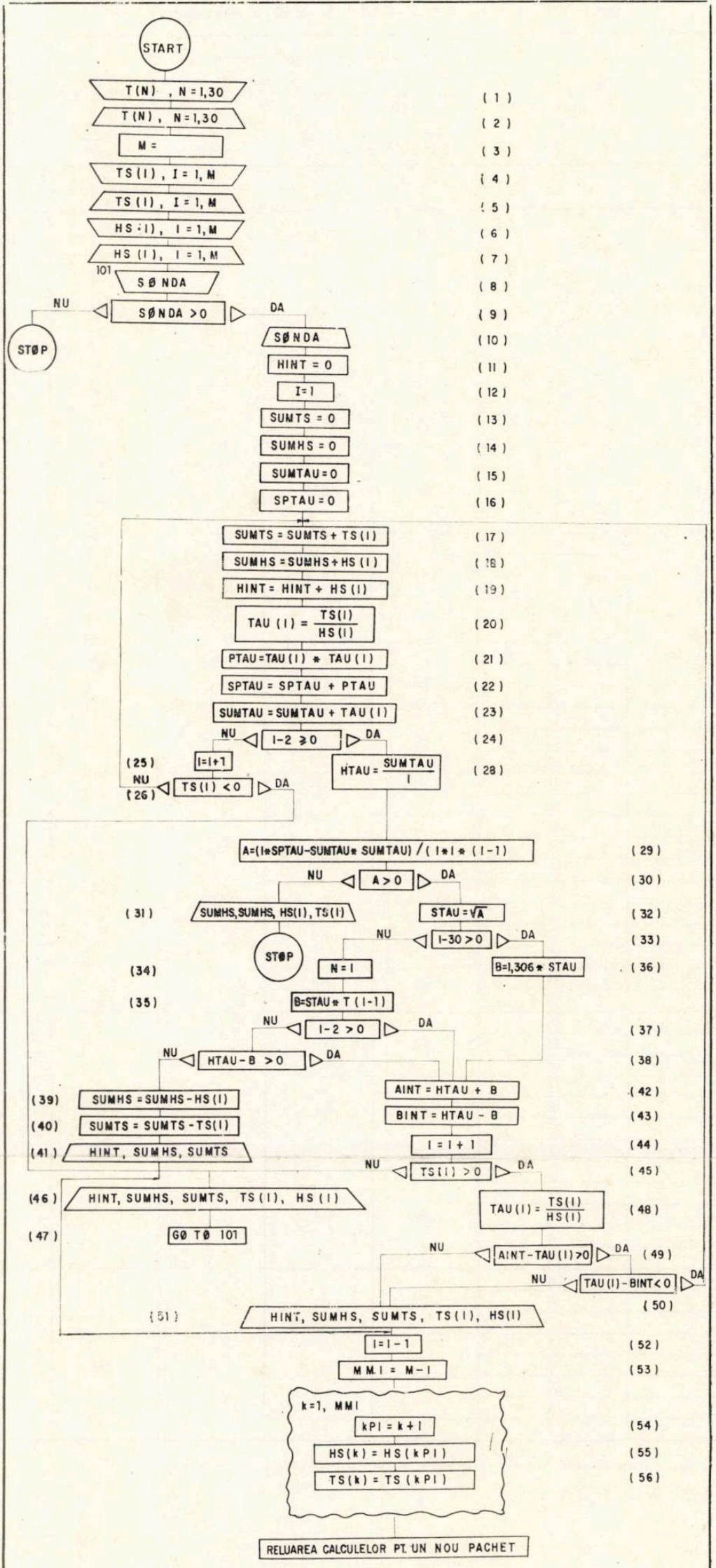
— procedeul grafic este simplu, însă lasă de dorit precizia cu care se delimitează intervalele de egală forabilitate;

— procedeul bazat pe determinarea unor grupe omogene statistic înlătură inexactitățile legate de reprezentarea grafică și interpretarea acesteia, avînd și avantajul că ia în considerație neuniformitatea rocilor din interiorul unui marș; pe de altă parte, procedeul respectiv are dezavantajul că necesită informații inițiale, care, în general, nu sînt înregistrate la sonde.

În cele ce urmează se prezintă un procedeu de stabilire a intervalelor de egală forabilitate pe baza comparării timpilor specifici medii de săpare prin intermediul intervalelor de încredere; în continuare, se dă schema logică pentru alcătuirea programului de efectuare a operațiilor cu ajutorul calculatoarelor electronice numerice și rezultatele unui exemplu de calcul. Acest procedeu, de asemenea, înlătură inexactitățile legate de reprezentarea grafică și, spre deosebire de procedeul bazat pe grupe omogene statistic, necesită informații inițiale ușor de obținut.

## 1. Determinarea intervalelor de egală forabilitate prin compararea timpilor specifici medii de săpare pe baza intervalelor succesive de încredere

Pentru a delimita intervalele de egală forabilitate prin acest procedeu, este necesar să se dispună de informații privind lucrul sapelor la sondele de pe structura care interesează.




NOTAȚII:

T(N) = VARIABILA t A LUI STUDENT PENTRU N GRADE DE LIBERTATE

RELUAREA CALCULELOR PT. UN NOU PACHET

NOTAȚII:

T(N) = VARIABILA t A LUI STUDENT PENTRU N GRADE DE LIBERTATE ;

I = INDICELE CONTORULUI ;

TS(I) = TIMPUL DE SĂPARE PENTRU SAPA I ;

HS(I) = METRAJUL REALIZAT DE SAPA I ;

SUMTS = TIMPUL DE SĂPARE CUMULAT ;

SUMHS = METRAJUL CUMULAT ;

$TAU(I) = \frac{TS(I)}{HS(I)}$ ;

$PTAU = [TAU(I)]^2$ ;

HINT = BAZA INTERVALULUI DE EGALĂ FORABILITATE

P = NUMĂRUL DE SAPE PENTRU CARE SE FACE MEDIA ARITMETICĂ A TIMPILOR SPECIFICI MEDII DE SĂPARE ;

$SPTAU = \sum_{1}^{P} PTAU$ ;

$HTAU = \frac{\sum_{1}^{P} TAU}{I}$ ;

A = DISPERSIE

$STAU = \sqrt{A}$

B = T(N) STAU ;

1,306 = T(N >30) .

OBSERVAȚII: Aceste notații au fost folosite și în text, atunci cînd s-a explicat schema logică.

Fig. 1. Schema logică pentru efectuarea automată a calculelor necesare determinării intervalelor de egală forabilitate, prin compararea timpilor specifici medii de săpare.

**Datele inițiale și rezultatele obținute în cazul exemplului de calcul** TABELA 1

| Nr. crt. | Timpul de săpare, $t_{si}$ | Metrajul realizat pe sapă, $h_{si}$ | Intervalele de egală forabilitate obținute | | | | Adîncimea la care se schimbă intervalul de egală forabilitate |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | După prima prelucrare a datelor | | După a doua prelucrare a *) datelor | | |
| | | | Timpul cumulativ | Metrajul cumulativ | Timpul cumulativ | Metrajul cumulativ | |
| – | ore | m | ore | m | ore | m | m |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
| 1 | 44 | 530 | 55 | 649 | | | |
| 2 | 11 | 119 | | | | | |
| 3 | 11 | 51 | 92 | 595 | 170 | 1432 | |
| 4 | 17 | 145 | | | | | |
| 5 | 22 | 153 | | | | | |
| 6 | 26 | 153 | | | | | |
| 7 | 16 | 93 | | | | | |
| 8 | 23 | 188 | 23 | 188 | | | |
| 9 | 5 | 228 | 5 | 228 | 5 | 228 | 1432 |
| 10 | 10 | 55 | 28 | 152 | | | 1660 |
| 11 | 18 | 97 | | | | | |
| 12 | 8 | 51 | 50 | 223 | 78 | 375 | |
| 13 | 17 | 61 | | | | | |
| 14 | 14 | 65 | | | | | |
| 15 | 11 | 46 | | | | | |
| 16 | 14 | 42 | 66 | 192 | | | 2035 |
| 17 | 8 | 17 | | | | | |
| 18 | 16 | 50 | | | | | |
| 19 | 16 | 49 | | | | | |
| 20 | 12 | 34 | | | | | |
| 21 | 11 | 37 | 34 | 129 | 148 | 460 | |
| 22 | 10 | 38 | | | | | |
| 23 | 13 | 54 | | | | | |
| 24 | 15 | 47 | 48 | 139 | | | |
| 25 | 16 | 46 | | | | | |
| 26 | 17 | 46 | | | | | |
| 27 | 18 | 46 | 29 | 76 | | | 2495 |
| 28 | 11 | 30 | | | | | |
| 29 | 13 | 30 | 46 | 95 | | | |
| 30 | 15 | 27 | | | | | |
| 31 | 18 | 38 | | | | | |
| 32 | 17 | 59 | | | 158 | 395 | |
| 33 | 10 | 16 | 31 | 65 | | | |
| 34 | 12 | 30 | | | | | |
| 35 | 9 | 19 | | | | | |
| 36 | 15 | 44 | 35 | 100 | | | |
| 37 | 20 | 56 | | | | | 2890 |
| 38 | 19 | 49 | 42 | 131 | | | |
| 39 | 13 | 54 | | | | | |
| 40 | 10 | 28 | | | | | |
| 41 | 18 | 33 | 47 | 94 | | | |
| 42 | 10 | 14 | | | | | |
| 43 | 10 | 25 | | | | | |
| 44 | 9 | 22 | | | 131 | 329 | |
| 45 | 8 | 25 | 42 | 104 | | | |
| 46 | 10 | 21 | | | | | |
| 47 | 8 | 18 | | | | | |
| 48 | 8 | 19 | | | | | |
| 49 | 8 | 21 | | | | | 3219 |
| 50 | 9 | 26 | 26 | 51 | | | |
| 51 | 9 | 15 | | | | | |
| 52 | 8 | 10 | | | | | |
| 53 | 11 | 13 | 45 | 71 | 81 | 144 | |
| 54 | 4 | 6 | | | | | |
| 55 | 15 | 26 | | | | | |
| 56 | 15 | 26 | | | | | |
| 57 | 10 | 22 | 10 | 22 | | | 3362 |

În acest caz s-a luat ca date inițiale rezultatele obținute la prima prelucrare a datelor

În continuare se analizează modul în care sînt respectate condiţiile impuse pentru aplicarea tuturor procedeelor de stabilire a intervalelor de egală forabilitate; în ipoteza că acestea sînt respectate, se calculează, pentru fiecare sapă de la sonda luată în consideraţie, timpul mediu în care se realizează săparea unui metru (*timp specific mediu de săpare*).

Pentru sapa $i$:

$$\tau_i = \frac{t_{si}}{h_{si}} \qquad (1)$$

Pentru determinarea intervalelor de egală forabilitate se compară timpii specifici medii de săpare pe baza intervalelor succesive de încredere. Astfel, considerînd că s-a aplicat acest procedeu pentru $k$ sape şi că ultimul interval se sfîrşeşte la adîncimea de la care s-a extras sapa $k$, în continuare:

— se calculează $\tau_{k+1}, \tau_{k+2} \cdots, \tau_{k+n}$;

— se determină media:

$$\overline{\tau} = \frac{\sum_{i=k+1}^{k+p}}{p}, \quad p = 2, 3, \ldots, (n-k); \qquad (2)$$

— se calculează deviaţia-standard a mediei:

$$S(\overline{\tau}) = \left[ \frac{p \sum_{i=k+1}^{k+p} \tau_i^2 - \left( \sum_{i=k+1}^{k+p} \tau_i \right)^2}{p^2(p-1)} \right]^{\frac{1}{2}}; \qquad (3)$$

— se stabileşte intervalul de încredere $\overline{\tau} \pm t \cdot s\ (\overline{\tau})$;

— se compară $\tau_{k+p+1}$ cu $\overline{\tau} \pm t \cdot s\ (\overline{\tau})$ şi dacă $\overline{\tau} - t \cdot s\ (\overline{\tau}) \leqslant \tau_{k+p+1} \leqslant \overline{\tau} + t \cdot s\ (\overline{\tau})$, atunci rezultă că sapa asociată timpului specific mediu de săpare $\tau_{k+p+1}$ face parte din acelaşi interval de forabilitate şi se reia calculul incluzînd în operaţii şi sapa $k + p + 1$ şi făcînd comparaţia cu $\tau_{k+p+2}$.

Operaţia se repetă pînă cînd se ajunge la o sapă pentru care timpul specific respectiv nu se mai încadrează în intervalul de încredere; toate sapele pînă la aceasta se consideră că au lucrat într-un interval de egală forabilitate.

Referitor la valorile lui $p$, trebuie să se facă precizarea că acesta, iniţial, va primi valoarea 2; dacă $\tau_{k+3}$ se constată că face parte din acelaşi interval, atunci $i$ se dă valoarea 3 ş.a.m.d. În plus, atunci cînd $p = 2$, mai este necesară şi verificarea: $\beta\, \overline{\tau} - t\, s\ (\overline{\tau}) > 0$.

Dacă această inegalitate nu are loc, se consideră că sapele asociate lui $\tau_{k+1}$ şi $\tau_{k+2}$ nu fac parte din acelaşi interval de forabilitate şi se reiau calculele, însă pentru $\tau_{k+2}$ şi $\tau_{k+3}$, considerîndu-se că intervalul $(k + 1)$ este $h_{sk+1}$ etc.

Procedeul poate să fie aplicat în continuare luînd ca date rezultatele primei împărţiri în intervale de egală forabilitate, ceea ce apare ca fiind necesar atunci cînd nu este practic să se lucreze cu prea multe intervale.

## 2. Efectuarea automată a calculelor

Procedeul descris anterior poate fi aplicat folosind calculatoarele electronice numerice.

În acest sens, în figura 1 se prezintă schema logică pe baza căreia se poate codifica un program de efectuare automată a calculelor necesare pentru stabilirea intervalelor de egală forabilitate prin compararea timpilor specifici medii de săpare, pe baza intervalelor succesive de încredere.

Astfel, se citeşte variabila $t$ a lui Student pentru N grade de libertate (*1*) şi se scrie această variabilă pentru control (*2*); după ce se atribuie lui $M$ o valoare care este funcţie de numărul de sape folosite (*3*), se citesc timpul de săpare (*4*) şi metrajul realizat de sapă (*6*), valori care trebuie să fie şi scrise (*5*) şi (*7*) — tot pentru controlul datelor introduse în calculator. Dacă numărul de sondă care se citeşte (*8*) este mai mic sau egal cu zero, atunci se trece la STOP; în caz contrar, se scrie numărul sondei (*10*) şi se începe iniţializarea:

— se egalează cu zero adîncimea sondei (*11*);

— se egalează cu unu indicele I (*12*);

— se egalează cu zero suma timpilor de săpare (*13*);

— se egalează cu zero suma metrajelor realizate (*14*);

— se egalează cu zero SUMTAU (*15*);

— se egalează cu zero suma patratelor lui $\tau$, SPTAU (*16*).

Primele calcule intermediare se referă la calculul timpului cumulativ de săpare (*17*), al metrajului cumulativ realizat de sape (*18*), al adîncimii sondei (*19*) şi al timpului specific de săpare pe sapă (*20*). Înainte de a analiza dacă datele care se prelucrează sînt cel puţin de la a doua sapă luată în discuţie (*24*), se calculează pătratul timpului specific de săpare (*21*), suma pătratelor respective (*22*) şi suma timpilor specifici medii de săpare (*23*). Dacă datele respective nu sînt cel puţin de la a doua sapă, atunci se face I=I+1 (*25*) şi, dacă timpul de săpare nu este pozitiv (*26*), atunci se cere să se scrie baza intervalului de egală forabilitate, metrajul pentru intervalul respectiv, timpul în care s-a săpat, timpul de săpare şi metrajul realizat de sapa I şi se trece la o nouă sondă (*49*); pentru TS (I)>0 se reiau calculele de la (*1*). În cazul în care datele respective sînt cel puţin de la a doua sapă (*24*), se continuă astfel:

—se calculează timpul specific mediu de săpare (*28*);

— se calculează dispersia (*29*);

—dacă dispersia este negativă, ceea ce arată că a intervenit o eroare, se scriu metrajul pentru intervalul respectiv, timpul în care s-a săpat, timpul de săpare și metrajul realizat de sapa I și se oprește calculul (*30—31*);

— dacă dispersia este pozitivă, se efectuează radicalul (*32*) și pentru cazul în care $I<30$, se face $N = I$ (*33—34*) și se calculează amplitudinea intervalului de încredere (*35*); cînd intervin doar două sape, și nu se poate face o medie (*37*), se scriu informațiile care interesează și se trece la (*38—39—40—41—42—5*); în cazul în care se poate face o medie (*37*), se efectuează calculele ca atunci cînd $I > 30$, (*36*).

După ce se calculează limitele intervalului de încredere (*42—43*), se mărește indicele contorului cu o unitate (*44*) și, dacă nu se întîlnește o situație asemănătoare cu cea de la (*26*), atunci se calculează timpul specific mediu de săpare (*48*), se compară cu intervalul de încredere (*49—50*) și se reiau calculele de la *100*, dacă el este cuprins în intervalul respectiv; în caz contrar, se scriu informațiile care ne interesează (*51*) și se încep calculele pentru un nou pachet (*52—53—54—55—56*).

Efectuarea automată a calculelor este avantajoasă deoarece permite executarea rapidă a calculelor pentru mai multe sonde de pe o structură; în plus, schema logică prezentată poate fi simplificată, astfel încît să permită alcătuirea unui program pentru calculator luîndu-se în considerație coeficienții de forabilitate și abrazivitate, [3] pentru punerea în evidență a intervalelor de egală forabilitate.

În cele ce urmează, vor fi prezentate rezultatele unui exemplu de calcul utilizînd calculatoarele electronice numerice (IRIS *50*).

## 3. Rezultate obținute în cazul unui exemplu de calcul

În tabela 1 se arată rezultatele stabilirii intervalelor de egală forabilitate, pentru o sondă din R.S.R., pe baza comparării timpilor specifici medii de săpare, prin intermediul intervalelor de încredere. Datele au fost prelucrate automat după un program pentru calculator alcătuit pe baza schemei logice din figura 1 (s-a lucrat cu $t$ corespunzător nivelului de semnificație $\alpha = 0{,}20$).

Se constată că dintr-un număr de 57 de sape, care respectă condițiile impuse pentru împărțirea pe pachete, rezultă 20 de intervale; reluînd calculele cu aceste rezultate ca date inițiale, numărul lor se reduce la șapte.

Dacă s-ar fi aplicat procedeul grafic pentru sonda analizată (0—3 362 m)* s-ar fi găsit:

— intervalul I, de la 0 la 1 660 m;

— intervalul II, de la 1 660 m la 2 600 m;

— intervalul III, de la 2 600 m la 3 363 m.

Diferențele care apar sînt o urmare a inexactităților legate de reprezentarea grafică și de interpretarea acesteia, aspect ce rezultă din analiza lucrului sapelor.

## 4. Concluzii

Stabilirea intervalelor de egală forabilitate prin compararea timpilor specifici medii de săpare, pe baza intervalelor succesive de încredere, înlătură inexactitățile care apar prin aplicarea procedeului grafic și necesită informații inițiale ușor de obținut.

Operația respectivă se poate face prin prelucrarea automată a datelor, ceea ce permite luarea în considerație a informațiilor inițiale de la mai multe sonde sau introducerea în calcul a coeficienților de forabilitate și abrazivitate.

NOTAȚII

$p$ — numărul de sape pentru care se face media aritmetică a timpilor specifici medii de săpare;
$h_{si}$ — metrajul realizat de sapa $i$;
$t$ — variabila $t$ a lui Student;
$t_{qi}$ — intervalul de timp în care a fost săpat al $q$-lea metru de sapa $i$;
$t_{si}$ — timpul de săpare pentru sapa $i$;
$\beta$ — număr cel mult egal cu unitatea;
$\tau_i$ — timpul specific mediu de săpare pentru sapa $i$.

BIBLIOGRAFIE


1. Dogaru, L. și Tatu, Gr. Îmbunătățirea procedeelor de optimizare cunoscute pînă în prezent și a metodologiei de aplicare la sondă, lucrare ICFE — Cîmpina, 1969.
2. Volk, W. Applied statistic for Enginners, Mc — Graw — Hill Book Company, Inc. New-York, Toronto, London, 1958.
3. Galle, E. M., Woods, H. B. și Lubinski, A. Optimisation des paramètres de forage, Révue de l'IFP", febr., 1962.


* Procedeul bazat pe determinarea unor grupe omogene statistic care, pentru comparare, ar fi fost interesant de aplicat, nu s-a putut introduce la calculator din lipsa informațiilor inițiale.

# Mişcarea fluidelor vîsco-plastice în medii poroase*)

Şt. I. Gheorghiţă

Hidrogazodinamica subterană, după experienţele lui H.P.G. Darcy, publicate în 1856, a cunoscut o dezvoltare continuă, care s-a accelerat în mod deosebit în ultimele decenii. Acele experienţe au condus la binecunoscuta lege liniară de filtraţie, care, pentru medii izotrope şi mişcări staţionare, se poate scrie sub forma [1]

$$\vec{v} = -k \operatorname{grad}\left(\frac{p}{\rho g} + z\right), \qquad (1)$$

în care:

$\vec{v}$ este viteza de filtraţie;
$p$ — presiunea fluidului de filtraţie;
$\rho$ — densitatea fluidului;
$g$ — acceleraţia gravităţii;
$z$ — cota punctului considerat deasupra unui plan orizontal de referinţă arbitrar ales;
$k$ — o funcţie scalară de punct, denumită coeficientul de filtraţie.

Aproape concomitent cu experienţele lui Darcy, studiindu-se trecerea lichidelor prin membranele animale, s-a ajuns la nişte rezultate care infirmau relaţia (1). Notînd cu $V$ modulul vitezei şi avînd în vedere mişcarea rectilinie, s-a găsit că, pentru o membrană anumită:

$$V = A\,(\delta p - \delta p_0), \qquad (2)$$

unde $\delta p$ este diferenţa (presupusă pozitivă, pentru a fixa ideile) dintre presiunile ce se găsesc pe feţele membranei, iar $\delta p_0$ şi $K$ sînt nişte constante. $\delta p_0$ reprezintă o diferenţă-limită, o diferenţă-prag sau, cu un termen mai răspîndit, o diferenţă „iniţială" între presiunile ce se găsesc pe feţele membranei. Mişcarea nu are loc, nu se amorsează decît după ce s-a depăşit această cădere iniţială de presiune, adică $V = 0$ pentru $\delta p < \delta p_0$. Aşadar lichidul nu va putea trece prin membrană pentru o r i c e diferenţă între presiunile din recipientele despărţite de ea. O dată ce $\delta p > \delta p_0$, viteza va creşte o dată cu creşterea lui $\delta p$, relaţia (2) fiind un caz particular al unei ecuaţii de mişcare diferită de (1).

Dacă (1) se poate obţine pe baza modelului fluidului vîscos newtonian (FN), în schimb (2) nu se poate deduce pornind de la acest model. Va trebui să se apeleze la un model diferit, care intră în categoria fluidelor nenewtoniene (FNN), astăzi existînd un număr destul de mare de astfel de modele. Ele au rezultat în urma unor numeroase experienţe; se va avea în vedere în primul rînd, pe acela care a reieşit din experienţele lui F.N. Şvedov, de la începutul secolului nostru, şi, cam un sfert de veac mai tîrziu, din experienţele lui E.C. Bingham. Acest model este, de altfel, cunoscut în literatura de specialitate sub numele de modelul lui Şvedov-Bingham, o proprietate fundamentală a sa fiind aceea că, de exemplu în cazul mişcării într-un tub cilindric circular suficient de lung, ea nu poate avea loc decît atunci cînd diferenţa dintre presiunile de la capătul tubului depăşeşte o valoare anumită. Fluidele corespunzătoare s-au numit vîscoplastice (FVP) şi problema mişcării lor a fost abordată în cîteva monografii [2, 3] şi articole de sinteză [4]. În particular, constatîndu-se că petrolul din unele zăcăminte se comportă ca un FVP, cum sînt cîteva zăcăminte din Azerbaigean şi Kazahstan, şi că de modelul FVP trebuie să se ţină seamă şi, de pildă, în studiul unor probleme de mecanica solului sau a unor probleme de filtraţie pe sub construcţiile hidrotehnice, s-a cercetat relativ intens şi mişcarea FVP prin medii poroase, recent apărînd chiar şi o mică monografie dedicată acestei chestiuni [5].

În cele ce urmează se vor expune unele rezultate relative la mişcarea FVP prin medii poroase, remarcînd faptul că, deoarece existenţa unei diferenţe de presiune iniţiale este unul dintre fenomenele fundamentale ce caracterizează multe FVP, o serie de studii privind mişcarea acestor fluide au considerat aşa-zisele „mişcări cu gradient iniţial" [6, 7]. Pentru simplificare, se va presupune că greutatea fluidului este neglijabilă.

## Relaţia presiune viteză

O teorie a mişcării FVP prin medii poroase trebuie să pornească de la o ecuaţie analogă cu (1), adică o ecuaţie care să lege vectorul viteză de filtraţie de presiune. Aceasta se obţine prin generalizarea unor experienţe simple, în general relative la mişcarea rectilinie, pentru o astfel de mişcare dacă se trasează un grafic, cu modulul gradientului de presiune /grad $p$/ pe orizontală şi cu modulul $V$ al vite-

*) Comunicare prezentată în cadrul primului colocviu de teoria filtraţiei, organizat de subfiliala din Cîmpina a Societăţii de Ştiinţe Matematice din R.S. România, în colaborare cu I.C.P. T.G.-Cîmpina, în zilele de 23 şi 24 IV 1972.

zei de filtrație pe verticală, se pune în evidență o curbă de felul celei din figurile 1, 2 sau 3. Notînd prin $H(X)$ funcția lui Heaviside ($H = 1$ pentru $X > 0$ și $H = 0$ pentru $X < 0$), pentru

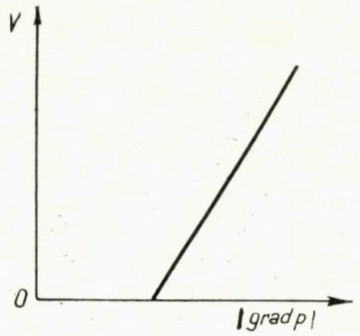



Fig. 1

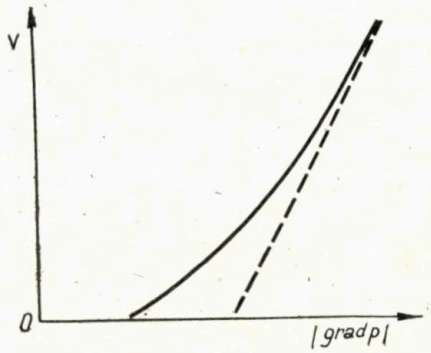



Fig. 2

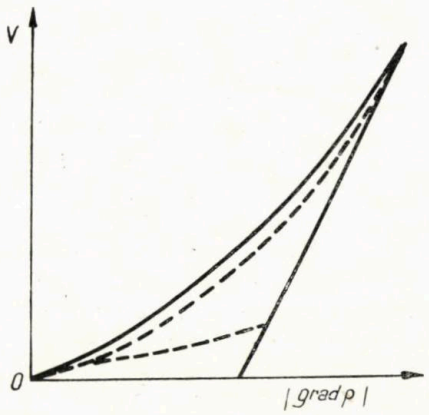



Fig. 3

un mediu poros omogen și izotrop, în primul caz se poate scrie

$$\vec{v} = -\frac{K}{\mu} H(|\operatorname{grad} p| - K_*)\left(1 - \frac{K_*}{|(\operatorname{grad}) p|}\right) \operatorname{grad} p, \qquad (3)$$

unde $K$, $\mu$ și $K_*$ sînt constante, $K$ reprezentînd permeabilitatea mediului poros, $\mu$—viscozitatea fluidului, iar $K_*$ — valoarea gradientului inițial. Cînd $K_*$ este egal cu zero, se ajunge la o relație liniară între $\vec{v}$ și grad $p$, adică la legea lui Darcy (1), după care, cu notațiile indicate:

$$V = K\mu^{-1} |\operatorname{grad} p|. \qquad (4)$$

În mediul poros se formează astfel, în general, două regiuni, una $D$, în care fluidul se mișcă, și alta $D_0$, în care fluidul nu se află în mișcare. În orice caz, în $D$, viteza fluidului este mai mică decît viteza care ar exista în lipsa gradientului inițial.

Relația (3) este un caz particular al relației [8]:

$$\vec{v} = -H(|\operatorname{grad} p| - K_*) F(|\operatorname{grad} p|) \operatorname{grad} p, \qquad (5)$$

unde $F$ este o funcție pozitiv definită și monoton crescătoare de argumentul său, $V$ reprezentîndu-se acum ca în figura 2.

În fine, dacă în mediul poros are loc o mișcare pentru orice $|\operatorname{grad} p| \neq 0$, dar mișcarea nu mai este liniară, se poate scrie:

$$\vec{v} = -G(|\operatorname{grad} p|) \operatorname{grad} p, \qquad (6)$$

$G$ fiind o altă funcție pozitiv definită și monoton crescătoare, și atunci $V$ în funcție de $|\operatorname{grad} p|$ apare ca în figura 3.

Pentru a se putea ajunge la rezultate concrete, în ultimul caz se înlocuiește (6) printr-o relație analitică simplă. Dacă filtrația pentru gradienți mici de presiune este cu totul neglijabilă, atunci se poate folosi (3) în locul lui (6). Dacă pe graficul $(V, |\operatorname{grad} p|)$ se pot distinge două porțiuni, o primă porțiune, practic rectilinie, între origină și un punct anumit, și apoi pornind de la acel punct, o porțiune apropiată de o dreaptă, se înlocuiește curba printr-un segment rectiliniu și o semidreaptă. Metoda se numește a „aproximației poligonale", segmentul luîndu-se între origină și un punct ales astfel, încît relația liniară corespunzătoare să aproximeze cît mai bine mișcarea la viteze mici, iar semidreapta să coincidă cu asimptota lui $V$ în funcție de $|\operatorname{grad} p|$, caracterizînd mișcarea la viteze mari. Notînd $Z = |\operatorname{grad} p| - K_0$ se poate scrie

$$v = -[AH(1 - Z) + BH(Z)(1 - C|\operatorname{grad} p|^{-1})] \operatorname{grad} p, \qquad (7)$$

$A$, $B$, $C$ și $K_0$ fiind niște constante pentru un mediu omogen și izotrop. Aceste constante nu sînt independente, între ele existînd relația $AK_0 = B(K_0 - C)$.

O altă metodă folosește aproximarea graficului din figura 3 cu o hiperbolă cu vîrful în originea axelor și care are ca asimptotă chiar

asimptota găsită experimental. Atunci se ia, în aceleaşi condiţii, $a$ fiind o constantă.

$$\vec{v} = -\frac{K}{\mu}\left(\sqrt{a^2 - (\operatorname{grad} p)^2} - a\right)\frac{\operatorname{grad} p}{|\operatorname{grad} p|}, \quad (8)$$

Aproximaţia se numeşte „hiperbolică" şi este reprezentată în figura 3.

Pentru a se ţine seama şi de neliniaritatea care apare la viteze mari s-au înlocuit relaţiile de mai sus prin [9]:

$$\vec{v} f(V) = -H(|\operatorname{grad} p| - K_*)\left(1 - \frac{K_*}{|\operatorname{grad} p|}\right)\operatorname{grad} p, \quad (9)$$

unde $f(V)$ este o funcţie pozitiv definită de modulul vitezei, care s-a particularizat cînd ea este de forma $A + BV$, unde $A$ şi $B$ sînt constante. Dacă din (9) se poate găsi $V$ în funcţie de $|\operatorname{grad} p|$, deci:

$$V = F(|\operatorname{grad} p|), \quad (10)$$

notînd:

$$\Phi(|\operatorname{grad} p|) = \{f[F(|\operatorname{grad} p|)]\}^{-1},$$

(9) se poate retranscrie, în domeniul în care avem mişcare, sub forma:

$$\vec{v} = -(1 - K|\operatorname{grad} p|^{-1})\,\Phi(|\operatorname{grad} p|)\operatorname{grad} p. \quad (11)$$

Se observă că aproape în toate lucrările referitoare la mişcarea FVP se admit relaţiile presiune-viteză de mai sus atît pentru mişcările staţionare, cît şi pentru cele nestaţionare. Dacă se ţine seama însă de termenul inerţial din ecuaţia de mişcare, problema este mai complexă, putîndu-se evidenţia fenomene de relaxare [10].

## Ecuaţii şi condiţii la limită

Ecuaţia care permite descrierea mişcării şi condiţiile la limită corespunzătoare vor depinde, pe lîngă relaţia presiune—viteză, de caracteristicile fizice ale fluidului şi ale scheletului solid care formează mediul poros. Astfel, dacă atît acest schelet cît şi fluidul pot fi considerate ca incompresibile, deci $\rho = \text{const.}$, ecuaţia continuităţii se scrie:

$$\operatorname{div} \vec{v} = 0. \quad (12)$$

Cînd mediul poros este elastic şi fluidul este barotrop, notîndu-se cu $m$ coeficientul de porozitate, cu $m_0$ — valoarea acestui coeficient pentru presiunea de referinţă, cu $p_0$ şi cu $\rho_0$ — densitatea fluidului la $p_0$, cu o foarte bună aproximaţie se poate lua:

$$m\rho = \rho_0[m_0 + b(p - p_0)], \quad (13)$$

unde $b$ este o constantă pozitivă. Această relaţie va fi introdusă, pentru mişcările nestaţionare, în ecuaţia continuităţii pentru fluidul de filtraţie, adică:

$$\frac{\partial}{\partial t}(m\rho) + \operatorname{div}(\rho\vec{v}) = 0. \quad (14)$$

Din (13) şi (14), folosind una din relaţiile (3), (5), (6), (7) sau (11), se ajunge la o ecuaţie cu derivate parţiale de ordinul doi pentru $p$, care va trebui rezolvată cu anumite condiţii la limită şi iniţiale. Dificultatea ce apare în plus cînd există un domeniu $D_0$ este că frontiera $F$ a lui $D_0$ este a priori necunoscută. Notînd cu $p_j$ presiunea în $D_j$ $(j = 0,1)$, va trebui să existe $p_0 = p_1$ pe $F$ şi, în plus, viteza să fie nulă pe $F$, adică $|\operatorname{grad} p_1| = K_*$. Pe lîngă aceasta, ecuaţia pe care o satisface $p_0$ nu este cunoscută şi pentru a rezolva problema se fac diferite ipoteze asupra acestei ecuaţii sau a modului de variaţie a lui $p_0$. Astfel, s-a admis că în $D_0$ presiunea variază după legea regimului elastic pentru $K_* = 0$ [10] sau că $D_0$ se comportă ca un solid elastic [11].

Condiţiile la limită care vor trebui satisfăcute pe frontiera domeniului ocupat de fluidul din mediul poros sînt cele obişnuite de hidrogazodinamica subterană, anume pe o frontieră de alimentare (frontiera prin care fluidul intră sau iese din mediul poros) trebuie ca presiunea să aibă o valoare constantă, iar pe o frontieră impermeabilă componenta normală a vitezei de filtraţie să fie nulă.

Deoarece mediile poroase prezintă, mai ales pe mari întinderi, variaţii ale proprietăţilor lor, în general nu se pot considera, de exemplu, $K$ şi $K_*$ din (3) drept constante, şi de aceea pentru o rezolvare riguroasă a problemei de mişcare va trebui să se ţină seama de aceste variaţii. De asemenea, prin injectare de apă de la suprafaţa solului se perturbă cîmpul termic al zăcămîntului, ceea ce provoacă o schimbare a proprietăţilor FVP din el şi a condiţiilor în care are loc mişcarea. Deci ecuaţiile cu derivate parţiale ce vor trebui rezolvate, pe lîngă că sînt neliniare, au şi coeficienţi variabili, care pot depinde de însăşi funcţia necunoscută.

## Exemple de mişcări

Pentru o serie de probleme, admiţîndu-se unele aproximări, s-au dat soluţii numerice, dar interesează foarte mult să se obţină soluţii analitice, cel puţin pentru unele mişcări simple, dar importante din punct de vedere practic. Acestea sînt, în primul rînd, mişcarea rectilinie şi mişcarea plană cu simetrie centrală. Pentru a se evita complexitatea calculelor s-a presupus că în $D_0$ fluidul este neperturbat, presiunea sa fiind egală cu presiunea iniţială, iar $K$ este o funcţie continuă împreună cu prima sa derivată [5].

În cazul mișcării paralele la axa $Ox$, luîndu-se la momentul inițial presiunea constantă $p_0$ în strat, mișcarea poate fi provocată fie prin coborîrea presiunii la extremitatea $x = 0$ a stratului, fie prin extragerea fluidului cu un anumit debit. În prima situație ecuația de satisfăcut este :

$$b_* \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\partial p}{\partial x} - K_*(x)\right] = \frac{\partial p}{\partial t}, \quad 0 < x < l, \quad (15)$$

unde $b_*$ este o constantă iar $l$ este distanța pînă la care s-a propagat perturbația provocată la extremitatea $x = 0$. Conform celor menționate,

$$p\,(x,t) = p_0, \qquad x > l, \quad (16)$$

$$p\,(x,0) = p_0, \qquad x > 0, \quad (17)$$

$$p\,(0,t) = p_1, \qquad t > 0, \quad (18)$$

$$p\,(l,t) = p_0, \left.\frac{\partial p}{\partial x}\right|_{x=l} = K_*(l), \quad (19)$$

cu $p_1 < p_0$. Aplicîndu-se metoda relațiilor integrale, se caută soluția în $0 < x < l$ sub forma :

$$p(x,t) = \int_0^x K_*(y)\,dy + A_0(t) + A_1(t)\,(x/l) + A_2(t)\,(x/l)^2, \quad (20)$$

și pentru determinarea funcției $l(t)$ se folosește balanța materială. Ținîndu-se seama că $l(0) = 0$ se găsește că :

$$12\,b_* t = l^2 + 4\int_0^l y^2 K_*(y)\left[\delta p - \int_0^y K_*(z)\,dz\right]^{-1} dy,$$

unde $\delta p = p_0 - p_1$, astfel încît, dacă :

$$\int_0^\infty K_*(y)\,dy > \delta p,$$

funcția $l(t)$ are asimptota $L$ determinată din ecuația :

$$\int_0^L K_*(y)\,dy = \delta p.$$

Distribuția presiunii și debitul $q(t)$ vor fi la limită

$$p\,(x,\infty) = \begin{cases} p_1 + \int_0^x K_*(x)\,dx, & 0 \leqslant x \leqslant L \\ p_0, & x > L \end{cases}$$

$$q(\infty) = 0.$$

Cînd $K_*\,(x) = \text{const}\ (\geqslant 0)$, se găsește că :

$$p(x,t) = p_0 + K(l-x) - (\delta p - Kl)\,[1 - (x/l)]^2,$$

$$q(t) = 2K(\delta p - K_* l)/(\mu l),$$

$$6 b_* t = 2\left(\frac{\delta p}{K^*}\right)^2 ln\,\frac{\delta p}{\delta p - K_* l} - \left(2\,\frac{\delta p}{K_*} - \frac{l}{2}\right) l,$$

$$\mathrm{L} = \delta p / K_*.$$

S-au obținut soluțiile corespunzătoare și pentru $K_*(x) = A + Bx\,(A, B \geqslant 0$, sau $K_*(x) = A + Be^{-Cx}$ $A, C \geqslant 0, A + B \geqslant 0)$. Toate cazurile de mai sus au fost tratate și cu o altă metodă de aproximație care folosește transformări integrale.

Dacă se dă debitul constant $q > 0$ care începe să se extragă din strat la $t = 0$, notîndu-se $E = \mu q / K$, se găsește că :

$$6\,bt = l^2 + 6E^{-1}\int_0^l x K_*(y)\,dy,$$

$l$ crescînd cu $t$, iar presiunea la $x = 0$ scăzînd continuu. În realitate presiunea nu poate scădea sub o anumită valoare pozitivă $p_*$ și este important de știut care este momentul $t_*$ la care presiunea la capătul stratului atinge valoarea $p_*$ și lungimea $l_*$ a zonei din care s-a extras fluid pînă la acel moment. Mai întîi se determină $l_*$ din relația :

$$2\int_0^{l_*} K_*(y)\,dy + El_* = 2\,(p_0 - p_*),$$

după care $t_*$ este dat de :

$$6\,b\,t_* = l_*^2 + 6E^{-1}\int_0^{l_*} x K_*\,(x)\,dx.$$

Cînd $K_*(x) = \text{const.} > 0$,

$$p(x,t) = p_0 - K_*(l_* - x) - \frac{El_*}{2}\left(1 - \frac{x}{l_*}\right)^2,$$

$$6\,b_* t = (1 + 3K_* E^{-1})\,l_*^2,$$

$$l_* = 2(p_0 - p_*)/(E + 2K_*),$$

$$t_* = \frac{2(p_0 - p_*)^2 (E + 3K_*)}{3b_* E\,(E + 2K_*)^2}$$

Pentru mișcarea plană cu simetrie centrală se presupune, într-un model simplu, că stratul este definit pentru $r > r_a$ și $K_x$ este o funcție cunoscută de $r$. Pentru $r_a < r < l$, ecuația ce trebuie satisfăcută este :

$$\frac{b^*}{r}\,\frac{\partial}{\partial r}\left\{r\left[\frac{\partial p}{\partial r} - K_*(r)\right]\right\} \times \frac{\partial p}{\partial t}, \quad (21)$$

condițiile (16) și (19) rămîn valabile, cu $x$ înlocuit prin $r$, iar în locul celorlalte două avem, cînd se dă presiunea la $r = r_a$,

$$p(x,0) = p_0,, \quad r > r_a, \tag{22}$$

$$p(x_a,t) = p_a, \quad t > 0, \tag{23}$$

Dacă se aplică metoda relațiilor integrale, se scrie

$$p(r,t) = \int_{r_a}^{r} K_*(y)\,dy + B_0(t) + \\ + B_1(t)\ln\frac{r}{l} + B_2(t)\frac{r}{l},$$

obținîndu-se debitul sub forma:

$$q(t) = -\frac{2\pi K\left(\delta p - \int_{r_a}^{l} K_*(y)\mathrm{d}y\right)(1 - r_a/l)}{\mu\left(1 - \frac{r_a}{l} + \ln\frac{r_a}{l}\right)},$$

unde $\delta p = p_0 - p_a$, dar legătura dintre $l$ și $t$ se poate deduce dintr-o ecuație complicată. Cînd:

$$\int_{r_a}^{\infty} K_*(y)\,\mathrm{d}y \geqslant \delta p,$$

$l$ tinde asimptotic către $l_*$ definit prin ecuația:

$$\delta p = \int_{r_a}^{l_*} K_*(y)\,\mathrm{d}y,$$

valorile limită ale lui $p$ și $q$ fiind:

$$p(r,\infty) = \begin{cases} p_a + \int_{r_a}^{r} K_*(y)\,\mathrm{d}y, & r_a \leqslant r \leqslant l_*, \\ p_0, & r > l_*, \end{cases}$$

$$q(\infty) = 0$$

O metodă folosită pentru a se ține seama de variația presiunii în domeniul în care nu există mișcare constă în a lua presiunea sub o formă care să fie de acord cu condițiile fizice ale problemei. Notînd cu $P(x, t)$ presiunea în $D_0$, ea s-a luat de forma:

$$P(x,t) = C_0(t) + C_1(t)\,x^{-s}, \tag{24}$$

și dacă se satisfac condițiile:

$$P(x,O) = p_0,\ P_2(\infty,t) = p_0,\ \left.\frac{\partial P}{\partial x}\right|_{x=l} = K_*,$$

se găsește că:

$$P(x,t) = p_0 - \frac{K_* l}{s}\left(\frac{l}{x}\right)s.$$

Calculele corespunzătoare conduc la concluzia că influența caracteristicilor nenewtoniene ale fluidului asupra valorii debitului este mai mare cînd se adoptă în $D_0$ presiunea sub forma (24).

S-au rezolvat și unele probleme de mișcări cu aproximația poligonală sau hiperbolică.

**Electromodelarea mișcărilor**

Pentru mișcările unidimensionale, notînd cu $I$ intensitatea curentului electric, cu $U$ — tensiunea, cu $S$ — tensiunea inițială, cu $\rho_0$ — rezistența specifică, cu $\sigma_0 = \rho_0^{-1}$ — conductibilitatea specifică, cu $C_0$ — capacitatea specifică, cu $X$ — coordonata de model și cu $T$ — timpul pe model, analoagele electrice ale ecuațiilor (3) și (15) vor fi:

$$I = -\sigma_0 H\left(\left|\frac{\partial U}{\partial X}\right| - S\right)\left(1 - \frac{S}{|\partial U/\partial X|}\right)\frac{\partial U}{\partial X}, \tag{25}$$

$$\frac{\partial}{\partial X}\left(\frac{\partial U}{\partial X} - S\right)\rho_0 C_0 \frac{\partial U}{\partial T}, \tag{26}$$

Se obțin următoarele criterii de similitudine pentru corespondența dintre natură și model:

$$\pi_1 = \frac{Kp}{\mu V x} = \frac{\sigma_0 U}{IX},\ \pi_2 = \frac{b\mu x^2}{Kt} = \frac{C_0\rho_0 X^2}{T},$$

$$\pi_3 = \frac{p}{xK_*} = \frac{U}{XS}. \tag{27}$$

Primele două criterii apar cînd se modelează mișcarea nestaționară a unui fluid newtonian într-un mediu poros (al doilea lipsind pentru mișcarea staționară). Pentru modelarea mișcării unui FVP este nevoie de satisfacerea tuturor criteriilor (27) și se observă că numai în ultimul apar gradientul inițial și gradientul inițial al tensiunii electrice.

Pentru mișcarea plană cu simetrie centrală, va exista o ecuație corespunzătoare ecuației (26):

$$\frac{\partial}{\partial X}\left[X\left(\frac{\partial U}{\partial X} - S\right)\right] = \rho_0 C_0 X \frac{\partial U}{\partial T}. \tag{28}$$

Dispozitivul de electromodelare constă dintr-o rețea RC în care se introduce un element neliniar. Unele elemente de acest fel au o diferență de tensiune-limită de la care încep să funcționeze ceea ce corespunde gradientului inițial. Astfel, dioda semiconductoare Д 808—814 permite aproximarea unei mișcări cu gradient inițial de felul celei reprezentate în figura 1, iar dioda semiconductoare Д 101—103

este indicată pentru aproximarea unor mişcări de genul celor din figurile 2 şi 3.

Problemele efective rezolvate pe model, printre altele, au fost de tipurile următoare: a) mişcări cu condiţia iniţială $p\,(r,0) = p_0$, cînd $p\,(r_a, t) = p_a < p_0$ şi $p(R, t) = p_0$ sau $(\partial p/\partial r)_{r=R} = \text{const.}$, b) mişcări fără condiţii iniţiale, cînd $p\,(r_a, t) = \delta p_0 \cos \omega t$ şi $p(R,t) = p_0$ sau $(\partial p/\partial r)_{r=R} = \text{const.}$ Din analiza datelor experimentale urmează că amortizarea amplitudinii oscilaţiilor este mai pronunţată decît mişcarea plană cu simetrie centrală a FN, precum şi decît mişcarea rectilinie a FNN [13].

## Concluzii

1) Relaţiile presiune-viteză date mai sus descriu bine fenomenele ce au loc la mişcarea FVP. Există însă şi alte relaţii propuse în literatura de specialitate [14]. Noi cercetări experimentale sînt necesare pentru precizarea lor.

2) Rezolvarea efectivă a problemelor de mişcare a FVP a fost făcută numai în cîteva cazuri particulare. Studiul altor cazuri în condiţii apropiate de realitate este deosebit de important, pentru a se putea trage concluzii practice.

3) Dacă nu se ţine seama de caracteristicile nenewtoniene ale fluidului se pot obţine rezultate sensibil depărtate de realitate.

4) În mişcarea nestaţionară pot apărea fenomene de relaxare [10] şi, în general, trebuie să se ţină seama şi de alte caracteristici ale FNN, ceea ce a început să se facă relativ recent [15, 16].

## BIBLIOGRAFIE


1. Gheorghiţă, Şt. I. Introducere matematică în hidrogazodinamica subterană, Ed. Acad. R. S. România, 1966.
2. Mirzadjanzade, A. H. Voprosî ghidrodinamiki viazko-plasticinîh i viazkih jidkostei v neftedobîce, Azneftizdat, Baku, 1959.
3. Oghibalov, P. M. şi Mirzadjanzade. A.H. Nestaţionarnîe dvijinia viazko-plasticinîh sred, Izd. Mosk. Univ., 1970.
4. Gurbanov, R. S., Kasimov, A. F. şi Mirzadjanzade. A. H. Mehanika jidkosti i gaza, 1967, nr. 3.
5. Molokovici, Iu. M. şi Skvorţov, E.V., Odnomaia filtraţia sjimaemoi viazko-plasticinoi jidkosti, Izd. Kazankovo Univ., 1971.
6. Gheorghitza, St. I. Quart. J. Mechanics Appl. Math,. **XII** nr. 3. 1959.
7. Polianin, V. D. Nefti i gaz, 1969, nr. 2.
8. Gheorghiţă, Şt. I. Rev. Math. Pures et Appl. **VI**, nr. 1, 1961 (comunicare entru al X-lea Congres Internaţional de Mecanică Aplicată).
9. Gheorghiţă, Şt. I. Comptes Rendus de l'Ac. des Sci. (Paris), **246**, nr. 19, 1958.
10. Gheorghiţă, St. I. J. Fluid Mech. **20**, part. 2, 1964.
11. Cilap, A, Ia, Neprimerov, N. N., şi Molokovici, Iu. M. Trudî Azerb. În: Za Nefti i Himii, vîp. 26, 1967.
12. Miftahutdinov B. A., Molokovici, Iu. M., şi Skvorţov E. B. Uc. Zap. Kazansk. Univ., **130**, kn. 1 (Voprosî podzemnoi ghidromehaniki, vîp. 7) 1970.
13. Kornilţev, Iu. A., şi Molokovici, Iu. M. Problemî ghidrodinamiki i raţionalnoi razrabotki neftianîh mestorojdenii, Izd. Kazanskovo Univ. 1971.
14. Swartzendruber, Dale. Soil Sci., **93**, nr. 1, 1962.
15. Savins, J. G. Ind. and Eng. Chem., **61**, nr. 10, 1961.
16. Siskovic Nandor. AIChE Journal. **17**, nr. 2, 1971.

# TEOREMA CERCULUI ŞI APLICAŢIILE EI ÎN TEORIA FILTRAŢIEI

**S. Gogonea**

Este binecunoscută teorema cercului a lui L.M. Milne—Thomson [1] şi rolul pe care l-a jucat în hidrodinamica fluidelor perfecte. Ea poate fi formulată în modul următor. Să considerăm în planul variabilei complexe $z = x + iy$ cercul $L$ de rază $R$, cu centrul în origine. Fie apoi $f_0(z)$ o funcţie analitică definită în tot planul, cu excepţia singularităţilor sale, care se găsesc numai în exteriorul (sau numai în interiorul) cercului $L$. Atunci funcţia:

$$f(z) = f_0(z) + \overline{f_0\left(\frac{R^2}{\bar{z}}\right)} \tag{1}$$

este olomorfă în exteriorul (respectiv interiorul) cercului, iar partea sa imaginară este nulă pe frontiera $L$ a cercului.

În mod analog funcţia:

$$f(z) = f_0(z) - \overline{f_0\left(\frac{R^2}{\bar{z}}\right)} \tag{2}$$

este olomorfă în exteriorul (respectiv interiorul) cercului, iar partea sa reală este nulă pe $L$.

În limbaj hidrodinamic, relaţia (1) reprezintă expresia potenţialului complex al mişcării plane, permanente, a unui fluid incompresibil în jurul unui cilindru circular, atunci cînd se cunosc singularităţile acestei mişcări. Ea îşi găseşte aplicaţii în numeroase alte probleme de acest tip [1, 2].

Teorema cercului a fost, de asemenea, utilizată în studiul soluţiilor cu singularităţi date ale unor probleme la limită, precum şi la aplicaţiile acestora la aerodinamica subsonică şi supersonică [3, 4, 5].

Prima extindere a teoremei cercului la problemele de teoria filtraţiei a fost făcută de către Şt. I. Gheorghiţă [6], în legătură cu mişcarea fluidelor în medii omogene pe porţiuni (medii de tip II). Să reamintim pe scurt în ce constă această problemă.

Să presupunem în planul $z$ o curbă simplă închisă $L$ şi să notăm cu $D_1$ domeniul situat în exteriorul lui $L$ şi cu $D_2$ domeniul situat în interiorul acestei curbe. Presupunem că $D_1$ este ocupat de un mediu poros cu coeficientul de filtraţie constant $k_1$, iar $D_2$ de un alt mediu omogen cu coeficientul de filtraţie $k_2$. Dacă considerăm mişcarea plană, permanentă, a unui fluid incompresibil de filtraţie, în ipoteza valabilităţii legii lui Darcy, atunci se ştie [7] că această mişcare este descrisă de două potenţiale complexe $f_j(z)$, definite respectiv în $D_j$, $j = 1,2$, avînd singularităţi date şi care satisfac pe $L$ condiţiile de racordare

$$Re\{k_2 f_1(\zeta) - k_1 f_2(\zeta)\} = 0, \qquad \zeta \in L \tag{3}$$

$$Im\{f_1(\zeta) - f_2(\zeta)\} = 0. \tag{4}$$

Dacă $L$ este o curbă oarecare, problema este dificilă şi conduce la dezvoltări matematice ample, care au făcut obiectul cercetărilor recente ale lui E. Ungureanu-David [8]. Problema la limită (3), (4) a fost redusă în acest caz la o ecuaţie integrală singulară, pentru rezolvarea căreia au fost dezvoltate mai multe metode aproximative.

În cazul în care $L$ este o circumferinţă, se cunosc cîteva soluţii exacte, care constituie generalizări remarcabile ale teoremei cercului. Prima dintre acestea a fost stabilită în [6]. Se presupune că mişcarea este datorată unui izvor de debit $q$, situat într-un punct din $D_1$ de afixă $z_0$. Atunci, dacă notăm:

$$f_0(z) = \frac{q}{2\pi}\ln(z - z_0), \tag{5}$$

potenţialele complexe ale mişcării în cele două domenii sînt date de relaţiile:

$$\begin{aligned} f_1(z) &= f_0(z) + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}\overline{f_0\left(\frac{R^2}{\bar{z}}\right)}, \\ f_2(z) &= \frac{2k_2}{k_1 + k_2} f_0(z) \end{aligned} \tag{6}$$

Se vede imediat că $k_2 = 0$, $f_2(z) = 0$, iar $f_1(z)$ are expresia dată de (1). Se constată de asemenea, că relaţiile (6) dau soluţia problemei, oricare ar fi forma lui $f_0(z)$, cu condiţia ca singularităţile mişcării să se găsească numai în $D_1$.

În ipoteza mai generală că ambele funcții $f_1(z)$ și $f(z)$ prezintă singularități, teorema cercului a fost extinsă de către C. Iacob, [9] sub forma următoare: fie $F_1(z)$ și $F_2(z)$ două funcții analitice în tot planul, prima având singularități numai în $D_1$, fiind olomorfă în $D_2 \cup L$, iar a doua având singularități numai în $D_2$, fiind olomorfă în $D_1 \cup L$. Atunci funcțiile analitice $f_j(z)$ definite respectiv în $D_j$, astfel încît diferențele $f_j(z) - F_j(z)$ sînt olomorfe în $D_j$, $(j = 1,2)$, și care satisfac condițiile (3), (4) sînt date de relațiile:

$$f_1(z) = F_1(z) + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}\overline{F_1\left(\frac{R^2}{\bar{z}}\right)} + \frac{2k_1}{k_1 + k_2}F_2(z),$$

$$f_2(z) = F_2(z) + \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2}\overline{F_2\left(\frac{R^2}{\bar{z}}\right)} + \frac{2k_2}{k_1 + k_2}F_1(z). \tag{7}$$

Evident, din (7) se obțin în particular relațiile (6), dacă $F_2(z) = 0$ și $F_1(z) = f_0(z)$.

Ulterior lucrărilor [6] și [9] și fără a le menționa, O. V. Golubeva [10] indică relațiile (6), pe care nu le demonstrează, mărginindu-se la a le verifica valabilitatea.

Ca aplicație imediată, să considerăm mișcarea provocată de un curent uniform la mari distanțe, de viteză complexă $W_0 = V_0 e^{-i\alpha}$. Luînd $F_1(z) = W_0 z$ și $F_2(z) = 0$ se obține:

$$f_1(z) = W_0 z + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}\overline{W}_0\frac{R^2}{z},$$

$$f_2(z) = \frac{2k_2}{k_1 + k_2}W_0 z \tag{8}$$

Dacă în aceste relații se face $k_2 \to \infty$, se obține soluția așa-numitei probleme reduse [7], pentru cavitatea circulară situată în mediul poros:

$$f_1(z) = W_0 z - \overline{W}_0\frac{R^2}{z}, \tag{9}$$

$$f_2(z) = 2W_0 z \tag{10}$$

Să mai facem observația, care ne va fi foarte utilă în cele ce urmează, că funcțiile $f_1(z)$ și $f_2(z)$, definite de (7), verifică relațiile (3) și (4), chiar dacă funcțiile $F_j(z)$ nu satisfac condiția de a avea singularități numai în $D_j$.

## 1. Mișcarea datorată unor izvoare situate în interiorul cercului

Să presupunem că izvorul de debit $q$ este plasat într-un punct $z_0$ din interiorul cercului. Ar trebui deci să luăm $F_1(z) = 0$ și $F_2(z) = \frac{q}{2\pi}\ln(z - z_0)$. Aplicarea directă în acest caz a formulelor (7) nu este posibilă, întrucît $F_2(z)$ are, pe lîngă singularitatea din $z_0$, o singularitate în punctul de la infinit, care se găsește în $D_1$. Ca urmare, datorită termenului $\overline{F_2\left(\frac{R^2}{z}\right)}$, se introduce o singularitate suplimentară în origine.

Pentru a rezolva problema, în acest caz se va pleca de la observația că ipoteza $F_1(z) = 0$ este inacceptabilă din punct de vedere fizic. Într-adevăr, cum prin ipoteză mișcarea are loc în tot planul, este necesar ca, pe lîngă sursa din $z_0$, să mai existe una, de semn contrar. Cum aceasta nu este plasată în nici un punct la distanță finită, trebuie să admitem că există o singularitate logaritmică la infinit. Ca atare se va lua funcția $F_1(z)$ de forma $F_1(z) = \frac{\lambda q}{2\pi}\ln\frac{z}{R}$, unde $\lambda$ este o constantă reală, ce trebuie determinată, astfel încît să fie îndeplinite următoarele două condiții: soluția să nu aibă nici o singularitate la distanță finită, în afară de aceea din $z_0$, și, în același timp, debitul de fluid ce trece printr-o curbă închisă care înconjoară punctul de la infinit să fie egal cu debitul sursei.

Luînd deci în (7) $F_1(z) = \frac{\lambda q}{2\pi}\ln\frac{z}{R}$ și $F_2(z) = \frac{q}{2\pi}\ln(z - z_0)$, rezultă ușor că:

$$f_1(z) = \frac{\lambda q}{2\pi}\frac{2k_2}{k_1 + k_2}\ln\frac{z}{R} + \frac{q}{2\pi}\frac{2k_1}{k_1 + k_2}\ln(z - z_0),$$

$$f_2(z) = \frac{q}{2\pi}\ln(z - z_0) + \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2}\frac{q}{2\pi}\ln\frac{R^2 - z\bar{z}_0}{z} + \frac{\lambda q}{2\pi}\frac{2k_2}{k_1 + k_2}\ln\frac{z}{R}$$

În expresia lui $f_2(z)$ apare deci o singularitate în origine. Se poate alege însă $\lambda$ astfel, încît aceasta să dispară. Calcule simple arată că

$$\lambda = \frac{k_2 - k_1}{2k_2} \tag{11}$$

Atunci expresiile lui $f_1(z)$ și $f_2(z)$ devin:

$$f_1(z) = \frac{q}{2\pi}\left[\frac{2k_1}{k_1+k_2}\ln(z-z_0) + \frac{k_2-k_1}{k_1+k_2}\ln\frac{z}{R}\right],$$
$$f_2(z) = \frac{q}{2\pi}\left[\ln(z-z_0) + \frac{k_2-k_1}{k_1+k_2}\ln\frac{R^2-z\bar{z}_0}{R}\right] \quad (12)$$

Se constată imediat că cea de-a doua condiție, cea referitoare la debit, este îndeplinită de la sine. Astfel, formulele (12) reprezintă generalizarea teoremei cercului în cazul existenței unei singularități logaritmice într-un punct din interiorul lui.

Procedeul de mai sus poate fi extins în cazul general, în care sursele se găsesc plasate în plan în mod arbitrar. Să presupunem că ele se găsesc în punctele $z_{1s} \in D_1$, având debitele $q_1$ $(s = 1, 2, \ldots, n)$ și în punctele $z_{2r} \in D_2$ cu debitele $q_{2r}$ $(r = 1, 2, \ldots, m)$. Vom lua atunci:

$$F_1(z) = \sum_{s=1}^{n}\frac{q_{1s}}{2\pi}\ln(z-z_{1s}) + \lambda\left(\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\right)\ln\frac{z}{R} \quad (13)$$
$$F_2(z) = \sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\ln(z-z_{2r})$$

și va rezulta:

$$f_1(z) = \sum_{s=1}^{n}\frac{q_{1s}}{2\pi}\ln(z-z_{1s}) + \lambda\frac{2k_2}{k_1+k_2}\left(\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\right)\ln\frac{z}{R} + \frac{k_1-k_2}{k_1+k_2}\sum_{s=1}^{n}\frac{q_{1s}}{2\pi}\ln\left(\frac{R^2}{z}-\bar{z}_{1s}\right) + \frac{2k_1}{k_1+k_2}\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\ln(z-z_{2r})$$
$$f_2(z) = \sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\ln(z-z_{2r}) + \frac{k_2-k_1}{k_1+k_2}\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\ln\left(\frac{R^2}{z}-\bar{z}_{2r}\right) + \frac{2k_2}{k_1+k_2}\sum_{s=1}^{n}\frac{q_{1s}}{2\pi}\ln(z-z_{1s}) + \frac{2k_2\lambda}{k_1+k_2}\left(\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\right)\ln\frac{z}{R} \quad (14)$$

Se vede că $f_2(z)$ are o singularitate logaritmică în origine, coeficientul lui $\ln z$ fiind $\left(\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\right)\left(\frac{2k_2\lambda + k_1 - k_2}{k_1+k_2}\right)$. El este nul dacă $\lambda$ are valoarea din (11). Pe de altă parte, coeficientul lui $\ln z$ în expresia lui $f_1(z)$ este:

$$\sum_{s=1}^{n}\frac{q_{1s}}{2\pi} + \frac{2k_2\lambda + 2k_1}{k_1+k_2}\left(\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\right)$$

și, cum el trebuie să fie egal cu $(2\pi)^{-1}\left(\sum_{s=1}^{n}q_{1s} + \sum_{r=1}^{m}q_{2r}\right)$, pentru a fi respectată condiția de debit, se găsește imediat că $\lambda$ are tot valoarea din (11). Înlocuind-o în (14) și efectuînd toate calculele, se găsesc formulele:

$$f_1(z) = \sum_{s=1}^{n}\frac{q_{1s}}{2\pi}\ln(z-z_{1s}) + \frac{k_1-k_2}{k_1+k_2}\sum_{s=1}^{n}\frac{q_{1s}}{2\pi}\ln\left(\frac{R^2}{z}-\bar{z}_{1s}\right) + \frac{2k_1}{k_1+k_2}\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\ln(z-z_{2r}) + \frac{k_2-k_1}{k_1+k_2}\left(\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\right)\ln\frac{z}{R}, \quad (15)$$
$$f_2(z) = \sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\ln(z-z_{2r}) + \frac{k_2-k_1}{k_1+k_2}\sum_{r=1}^{m}\frac{q_{2r}}{2\pi}\ln\frac{R^2-z\bar{z}_{1r}}{R} + \frac{2k_2}{k_1+k_2}\sum_{s=1}^{n}\frac{q_{1s}}{2\pi}\ln(z-z_{1s}),$$

care reprezintă expresia extensiunii teoremei cercului la acest caz general.

## 2. Neomogenitate semicirculară într-un semiplan

Să presupunem că semiplanul $y>0$ este împărțit de semicercul $|z| = R$, $y>0$, în domeniile $\Omega_1$, situat în exteriorul semicercului și

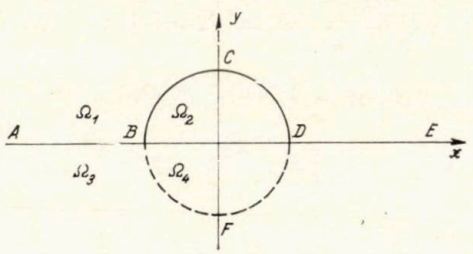



Fig. 1

având coeficientul de filtrație $k_1$, și $\Omega_2$, cu coeficientul de filtrație $k_2$, situat în interiorul lui (fig. 1).

Admitem că dreapta $y = 0$ este o frontieră de alimentare în contact cu fluidul liber. Atunci potențialele complexe $f_j(z)$ definite în $\Omega_j$ și avînd ca părți principale în aceste domenii pe $F_j(z)$ $(j = 1, 2)$ trebuie să satisfacă pe arcul $\overset{\frown}{BCD}$ condițiile de racordare (3), (4) și, în plus, $\varphi_1 = c_1$ pe $AB$, $\varphi_1 = c_2$ pe $DE$ și $\varphi_2 = 0$ pe $BD$, $c_1$ și $c_2$ fiind două constante. Condiția (3) scrisă în punctele $B$ și $D$ arată că aceste constante trebuie să fie nule. Atunci $f_1(z)$ poate fi prelungit analitic, de exemplu, prin $AB$ în domeniul $\Omega_3$, simetricul lui $\Omega_1$ față de axa reală și la fel $f_2(z)$ prin $BD$ în domeniul $\Omega_4$ (fig. 1), astfel încît funcțiile

$$\tilde{f}_1(z) = \tilde{\varphi}_1 + i\,\tilde{\psi}_1 = \begin{cases} f_1(z) & , z \in \Omega_1 \\ -\overline{f_1(\bar{z})} & , z \in \Omega_3 \end{cases} \tag{16}$$

$$\tilde{f}_2(z) = \tilde{\varphi}_2 + i\,\tilde{\psi}_2 = \begin{cases} f_2(z) & , z \in \Omega_2 \\ -\overline{f_2(\bar{z})} & , z \in \Omega_4 \end{cases} \tag{17}$$

sînt definite, respectiv, în $D_1 = \Omega_1 \cup \Omega_3$ și $D_2 = \Omega_2 \cup \Omega_4$, $D_1$ și $D_2$ fiind, ca și mai înainte, exteriorul și interiorul cercului $|z| = R$. Dacă funcțiile $F_j(z)$ au singularități numai în $\Omega_j$ $(j = 1,2)$, atunci diferențele $f_j(z) - [F_j(z) - \overline{F_j(\bar{z})}]$ vor fi, respectiv, oloforme în $D_j$ $(j = 1, 2)$. Din (16) și (17) rezultă că, dacă $P$ este un punct de pe arcul $\overset{\frown}{BFD}$ și $\bar{P}$ simetricul lui față de axa $Ox$, deci situat pe arcul $\overset{\frown}{BCD}$, avem $\tilde{\varphi}_j(P) = \tilde{\varphi}_j(\bar{P})$ și $\tilde{\psi}_j(P) = -\tilde{\psi}_j(\bar{P})$ și atunci funcțiile $\tilde{f}_j(z)$ vor satisface condițiile de racordare (3), (4) și pe arcul $\overset{\frown}{BFD}$. Prin urmare se pot utiliza în condițiile actuale relațiile (7), și vom avea pentru determinațiile funcțiilor $\tilde{f}_1(z)$ și $\tilde{f}_2(z)$ în $\Omega_1$ și, respectiv, în $\Omega_2$:

$$f_1(z) = F_1(z) - \overline{F_1(\bar{z})} + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}\left[\overline{F_1\left(\frac{R^2}{\bar{z}}\right)} - F_1\left(\frac{R^2}{z}\right)\right] + \frac{2k_1}{k_1 + k_2}[F_2(z) - \overline{F_2(\bar{z})}],\ z \in \Omega_1 \tag{18}$$

$$f_2(z) = F_2(z) - \overline{F_2(\bar{z})} + \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2}\left[\overline{F_2\left(\frac{R^2}{\bar{z}}\right)} - F_2\left(\frac{R^2}{z}\right) + \frac{2k_2}{k_1 + k_2}[F_1(z) - \overline{F_1(\bar{z})}],\right] \quad z \in \Omega_2$$

Aceste formule conțin în cazul particular $F_2(z) = 0$ pe cele date de M. F. Barinova [11].

Se vor aplica aceste formule în cazul existenței unor puțuri cu centrele în punctele $z_{1s} \in \Omega_1 (s = 1, 2, \ldots n)$ și $z_{2r} \in \Omega_2$ $(r = 1, 2, \ldots m)$. Atunci $F_1(z)$ și $F_2(z)$ vor fi date de relațiile (13), luate însă cu semn schimbat, admițînd că $q_{1s} > 0$ și $q_{2r} > 0$ reprezintă debitele acestor puțuri. Se obține deci:

$$f_1(z) = \sum_{s=1}^{n} \frac{q_{1s}}{2\pi} \ln \frac{z - \bar{z}_{1s}}{z - z_{1s}} + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} \sum_{s=1}^{n} \frac{q_{1s}}{2\pi} \ln \frac{R^2 - z z_{1s}}{R^2 - z \bar{z}_{1s}} + \frac{2k_1}{k_1 + k_2} \sum_{r=1}^{m} \frac{q_{2r}}{2\pi} \ln \frac{z - \bar{z}_{2r}}{z - z_{2r}}. \tag{19}$$

$$f_2(z) = \sum_{r=1}^{m} \frac{q_{2r}}{2\pi} \ln \frac{z - \bar{z}_{2r}}{z - z_{2r}} + \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2} \sum_{r=1}^{m} \frac{q_{2r}}{2\pi} \ln \frac{R^2 - z z_{2r}}{R^2 - z \bar{z}_{2r}} + \frac{2k_2}{k_1 + k_2} \sum_{s=1}^{n} \frac{q_{1s}}{2\pi} \ln \frac{z - \bar{z}_{1s}}{z - z_{1s}}.$$

Se vede imediat că pentru $k_1 = k_2$, $f_1(z) = f_2(z)$, expresia comună a acestor potențiale fiind cea clasică, din cazul semiplanului omogen. Să considerăm în particular că există un singur puț circular, cu centrul în $z_0 = x_0 + iy_0 \in \Omega_1$ avînd raza $\delta$ și debitul $q$. Se obține atunci:

$$f_1(z) = \frac{q}{2\pi}\left[\ln \frac{z - \bar{z}_0}{z - z_0} + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} \ln \frac{R^2 - z z_0}{R^2 - z \bar{z}_0}\right] \tag{20}$$

$$f_2(z) = \frac{q}{\pi} \frac{k_2}{k_1 + k_2} \ln \frac{z - \bar{z}_0}{z - z_0}.$$

Să calculăm debitul puțului utilizînd condiția obișnuită [7], ca $\varphi = k_1 H$ pe conturul puțului, unde $H$ reprezintă diferența de nivel dintre fluidul liber și fluidul din puț. Pentru aceasta se va utiliza o relație stabilită în [12], care conduce repede la rezultatul dorit. Să presupunem că dezvoltarea lui $f_1(z)$ în vecinătatea punctului $z_0$ este de forma:

$$f_1(z) = -\frac{q}{2\pi} \ln A(z - z_0) + A_1(z - z_0) + A_2(z - z_0)^2 + \ldots \tag{21}$$

unde $A$, $A_1$, $A_2$, ... sînt constante. Se obține:

$$q = \frac{2\pi k_1 H}{-\ln(|A|\delta)} \tag{22}$$

Utilizînd prima dintre relaţiile (20), calcule simple dau pentru dezvoltarea (21):

$$f_1(z) = -\frac{q}{2\pi}\ln(z-z_0) -$$

$$-\frac{q}{2\pi}\ln\left[\left(\frac{R^2-z_0\bar{z}_0}{R^2-z_0^2}\right)^{\frac{k_1-k_2}{k_1+k_2}}\frac{1}{z_0-\bar{z}_0}\right]+O(z-z_0)$$

şi atunci din (22) se deduce:

$$q = \frac{2\pi k_1 H}{\ln\frac{2y_0}{\delta}+\frac{k_1-k_2}{k_1+k_2}\ln\frac{|R^2-z_0^2|}{r_0^2-R^2}}, \quad r_0=|z_0| \tag{23}$$

Calcule foarte simple arată că $|R^2-z_0^2| > r_0^2-R^2$. Atunci, dacă $k_2<k_1$, debitul dat de (23) este mai mic decît cel dat de binecunoscuta formulă pentru semiplan şi care se obţine din (23) pentru $k_1 = k_2$. Acest lucru este firesc, întrucît în cazul formulei (23) mediul poros conţine o incluziune de permeabilitate mai mică, care opune o rezistenţă mai mare deplasării fluidului.

Dacă în (23) facem $k_2 \to \infty$, se găseşte debitul în cazul în care mediul poros, de coeficient de filtraţie $k_1$, ocupă un semiplan mai puţin un semicerc, frontiera domeniului de mişcare fiind în întregime frontieră de alimentare, a cărei expresie a fost obţinută în [13]. Dimpotrivă, dacă facem $k_2 \to 0$, se găseşte debitul corespunzător aceluiaşi domeniu, semicercul fiind obturat.

Rezultate întru-totul analoage se obţin dacă se consideră, că puţul de centru $z_0$ se găseşte în $\Omega_2$. În particular, debitul puţului va fi dat de:

$$q = \frac{2\pi k_2 H}{\ln\frac{2y_0}{\delta}+\frac{k_2-k_1}{k_1+k_2}\ln\frac{|R^2-z_0^2|}{R^2-r_0^2}} \tag{24}$$

şi acest debit va fi mai mic (sau mai mare) decît debitul corespunzător semiplanului omogen, cu coeficientul de filtraţie $k_2$, dacă $k_1<k_2$ ($k_2<k_1$).

În particular pentru $k_1 \to \infty$ formula (24) trece în expresia debitului unui puţ situat într-un strat semicircular cu frontiera complet permeabilă. De asemenea dacă $k_1 \to 0$, se obţine expresia debitului unui puţ situat în acelaşi strat, alimentarea lui făcîndu-se numai prin porţiunea rectilinie a frontierei.

Să mai menţionăm că, în mod analog, se poate trata problema neomogenităţii semicirculare, în cazul în care frontiera semiplanului este impermeabilă. Este suficient pentru aceasta să se definească alte două funcţii:

$$f_1^*(z) = \begin{cases} f_1(z), & z\in\Omega_1 \\ \overline{f_1(\bar{z})}, & z\in\Omega_3 \end{cases} \quad f_2^*(z) = \begin{cases} f_2(z) & z\in\Omega_2 \\ \overline{f_2(\bar{z})}, & z\in\Omega_4 \end{cases} \tag{25}$$

şi să se aplice din nou relaţiile (7), în care $F_j(z)$ trebuie înlocuite cu $F_j(z)+\overline{F_j(\bar{z})}$, $j=1, 2$.

### 3. Asupra unei probleme la limită cu singularităţi date

Pentru problemele de teoria filtraţiei prezintă interes soluţia problemei cu singularităţi date de la 1, în cazul în care $L$ este o dreaptă. Vom considera că această dreaptă este axa $Ox$ din planul $z = x + iy$ şi vom nota de data aceasta prin $D_1$ semiplanul superior şi prin $D_2$ semiplanul inferior. Vom considera un caz mai general, în care funcţiile $f_j(z)$ pot avea singularităţi şi pe axa $Ox$. Mai precis, păstrînd notaţiile anterioare, vom cere ca diferenţele $f_j(z) - [F_j(z) + \Phi(z)]$ să fie olomorfe în $D_j (j = 1, 2)$ unde $\Phi(z)$ este o funcţie analitică definită în tot planul şi avînd singularităţi numai pe $L$. Evident, pe $L$ trebuie îndeplinite condiţiile de racordare (3), (4).

În cele ce urmează se va da numai o schiţă a raţionamentelor ce conduc la soluţia căutată.

Se consideră funcţiile:

$$g_1(z) = \overline{f_2(\bar{z})} \text{ şi } g_2(z) = \overline{f_1(\bar{z})} \tag{26}$$

Ele sînt definite în mod evident în $D_1$, respectiv, $D_2$ şi au singularităţi în punctele de pe $L$, precum şi în punctele simetrice faţă de $L$ ale punctelor singulare ale funcţiilor $f_2(z)$, respectiv $f_1(z)$. Pe frontieră satisfac relaţiile:

$$g_1(\zeta) = \overline{f_2(\zeta)}; \; g_2(\zeta) = \overline{f_1(\zeta)}, \; \zeta\in L \tag{27}$$

Datorită acestor relaţii condiţiile (3) şi (4) mai pot fi scrise respectiv sub forma:

$$Re\{k_2 f_1(\zeta) - k_1 g_1(\zeta) = 0; \; Im\{f_1(\zeta) + g_1(\zeta)\} = 0, \quad \zeta\in L \tag{28}$$

Se pun astfel în evidenţă funcţiile:

$$H(z) = k_2 f_1(z) - k_1 g_1(z) \text{ şi } K(z) = f_1(z) + g_1(z) \tag{29}$$

care sînt definite în $D_1$ şi au singularităţi provenite din singularităţile $f_1(z)$ şi $f_2(z)$.

Datorită primei condiţii (28), $H(z)$ poate fi prelungit în $D_2$ printr-o relaţie de tip (16) şi, ţinînd seama de singularităţile pe care le are

funcția, astfel prelungită în tot planul, se deduce că avem în mod necesar:

$$H(z) = H_0(z)\mu - \overline{H_0(\bar{z})} + \Phi_0(z), \qquad (30)$$

unde

$$H_0(z)=k_2F_1(z)-k_1\overline{F_2(\bar{z})}\,; \quad \Phi_0(z)=k_2\Phi(z)-k_1\overline{\Phi(\bar{z})} \qquad (31)$$

Funcția $H(z)$ astfel obținută satisface condiția de a avea partea reală nulă pe $L$, numai dacă $Re\{\Phi_0(\zeta) = 0$. Rezultă deci că în cazul general există o incompatibilitate între singularitățile de pe frontieră și condițiile la limită, analog cu ceea ce se întîmplă în cazul clasic al teoremei cercului [3]. Se va proceda atunci ca și în [3], observînd că în aplicații de cele mai multe ori nu se dă forma exactă a funcției $\Phi(z)$, ci se indică numai natura singularităților pe care ea le are în anumite puncte. Atunci ținînd seama că, dacă $Re\{\Phi_0(\zeta)\} = 0$, atunci pentru orice $z \in L$ avem $\Phi_0(z) = -\overline{\Phi_0(\bar{z})}$ și, în consecință, se poate scrie

$$H(z) = H_0(z) - \overline{H_0(\bar{z})} + \frac{1}{2}[\Phi(z) - \overline{\Phi_0(\bar{z})}] \qquad (32)$$

Această funcție satisface condiția pe $L$, are singularitățile dorite în $D_1$ și singularități de același tip cu $\Phi(z)$ pe $L$.

În mod analog, prelungind $K(z)$ în $D_2$ printr-o relație de tip (25) și ținînd seama de singularitățile existente se deduce:

$$K(z) = K_0(z) + \overline{K_0(\bar{z})} + \Psi_0(z), \qquad (33)$$

unde:

$$K_0(z) = F_1(z) + \overline{F_2(\bar{z})}\,; \quad \Psi_0(z) = \Phi(z) + \overline{\Phi(\bar{z})} \qquad (34)$$

De data aceasta $K(z)$ satisface toate condițiile cerute.

Cunoscînd $K(z)$ și $H(z)$ se pot determina $f_1(z)$ și $g_1(z)$, iar din ultima funcție se scoate, cu ajutorul relației (26), $f_2(z)$. Prin calcule algebrice simple, asupra cărora nu se va insista, se găsesc în cele din urmă:

$$f_1(z) = F_1(z) + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}\overline{F_1(\bar{z})} + \frac{2k_1}{k_1 + k_2}F_2(z) + \Phi(z) + \frac{k_1 - k_2}{2(k_1 + k_2)}[\Phi(z) + \overline{\Phi(\bar{z})}], \qquad (35)$$

$$f_2(z) = F_2(z) + \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2}\overline{F_2(\bar{z})} + \frac{2k_2}{k_1 + k_2}F_1(z) + \Phi(z) + \frac{k_2 - k_1}{2(k_1 + k_2)}[\Phi(z) + \overline{\Phi(\bar{z})}].$$

Funcțiile astfel obținute satisfac toate condițiile cerute, în afara aceleia referitoare la singularitățile de pe $L$. Anume, condițiile la limită au impus adăugarea termenului $\Phi(z)$, respectiv a termenilor:

$$\frac{k_1 - k_2}{2(k_1 + k_2)}[\Phi(z) + \overline{\Phi(\bar{z})}]$$

și

$$\frac{k_2 - k_1}{2(k_1 + k_2)}[\Phi(z) + \overline{\Phi(\bar{z})}], \qquad (36)$$

care reprezintă singularitățile complementare și care sînt de aceeași natură ca și cele ale lui $\Phi(z)$.

## 4. Mișcarea în prezența unei cavități circulare situată într-un mediu omogen pe porțiuni

Ca aplicație a teoremei de la 4, să considerăm mișcarea plană în prezența unei cavități circulare, cu centrul în origine și de rază $R$, provocată de un curent uniform la mari distanțe, de viteză complexă $W_0 = V_0 e^{-i\alpha}$. Presupunem că în semiplanul superior (domeniul $\Omega_1$ din fig. 1) coeficientul de filtrație este $k_1$, iar în semiplanul inferior (domeniul $\Omega_3$) acest coeficient este $k_2$.

Situîndu-ne în ipoteza problemei reduse (admițînd deci că fluidul din cavitate este perfect), va trebui să determinăm potențialele $f_1(z)$ și $f_2(z)$, respectiv definite în $\Omega_1$ și $\Omega_3$, care satisfac pe $\overline{AB}$ și $\overline{DE}$ condițiile (3), (4), $\varphi_1 = 0$ pe $\widehat{BCD}$ și $\varphi_2 = 0$ pe $\widehat{BFD}$. Cum în $\Omega_3$ avem curentul uniform de viteză $W_0$, rezultă că potențialul complex $f_2(z)$, $z \in \Omega_3$, are ca parte principală $F_2(z) = W_0 z$. Deoarece și în $\Omega_1$ avem tot un curent uniform la mari distanțe, partea principală a potențialului complex $f_1(z)$, $z \in \Omega_1$, va fi de forma $F_1(z) = \beta W_0 z$, unde $\beta$ este o constantă complexă pentru moment nedeterminată.

Datorită condițiilor de pe frontiera semicercului $f_1(z)$ poate fi prelungit analitic în interiorul semicercului superior (domeniul $\Omega_2$), iar $f_2(z)$ în interiorul semicercului inferior (domeniul $\Omega_4$). Ca și în cazul problemei de la cap. 3, se arată ușor că aceste prelungiri satisfac pe diametrul $\overline{BD}$ condițiile de racordare (3), (4). Pe de altă parte, datorită polului de ordinul întîi pe care îl au la infinit atît $F_1(z)$ cît și $F_2(z)$, prelungirile efectuate induc un pol de același tip în origine. Va trebui deci să luăm $\Phi(z)$ de forma $\Phi(z) = \frac{m}{z}$, unde $m$ este o altă constantă.

Sîntem deci în condițiile problemei de la cap. 4 și relațiile (35) dau:

$$f_1(z) = \left(\beta W_0 + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}\overline{\beta W_0} + \frac{2k_1}{k_1 + k_2}\right)z + \left[m + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}(m + \overline{m})\right]\frac{1}{z},$$

$$f_2(z) = \left(W_0 + \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2}\overline{W}_0 + \frac{2k_2}{k_1 + k_2}\beta W_0\right)z + \left[m + \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2}(m + \overline{m})\right]\frac{1}{z}. \quad (37)$$

Pentru ca în semiplanul inferior să existe efectiv curentul uniform dat, paranteza care înmulțește pe $z$ în expresia lui $f_2(z)$ trebuie să fie egală cu $W_0$. Aceasta conduce la

$$\beta = \frac{k_1 - k_2}{2k_2}\frac{\overline{W}_0}{W_0}, \quad (38)$$

și deci:

$$f_2(z) = W_0 z + \left[\frac{m - \overline{m}}{2} + \frac{k_2}{k_1 + k_2}(m + \overline{m})\right]\frac{1}{z}$$

Apoi, pentru ca $\varphi_2 = 0$, pe semicercul $\widehat{AFB}$ este necesar și suficient ca paranteza ce înmulțește pe $z^{-1}$ în expresia lui $f_2(z)$ să fie egală cu $-\overline{W}_0 R^2$, ceea ce conduce la valoarea

$$m = \frac{R^2}{4k_2}[W_0(k_2 - k_1) - \overline{W}_0(3k_2 + k_1)] \quad (39)$$

Introducînd valorile lui $\beta$ și $m$ astfel găsite în (37) și efectuînd toate calculele se obține:

$$f_1(z) = \frac{k_1 + k_2}{2k_2}\left(W_0 z - \overline{W}_0\frac{R^2}{z}\right) + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}\left(\overline{W}_0 z - W_0\frac{R^2}{z}\right), \quad |z| > R, \; y > 0$$

$$f_2(z) = W_0 z - \overline{W}_0\frac{R^2}{z}, \quad |z| > R, \; y < 0 \quad (40)$$

Aceste formule care verifică toate condițiile cerute reprezintă deci soluția problemei reduse pentru cavitatea circulară și ele dau potențialele complexe în cele două domenii de permeabilitate constantă. Se vede imediat că, dacă $k_1 = k_2$, atunci $f_1(z) = f_2(z)$, valoarea lor comună coincizînd cu expresia (9) a potențialului complex corespunzătoare mediului poros omogen.

Dacă se notează:

$$W_0^* = V_0^* e^{-i\alpha^*} = \frac{k_1 + k_2}{2k_2}W_0 + \frac{k_1 - k_2}{2k_2}\overline{W}_0, \quad (41)$$

relațiile (40) se mai pot scrie sub forma:

$$f_1(z) = W_0^* z - W_0^*\frac{R^2}{z}; \quad f_2(z) = W_0 z - W_0\frac{R^2}{z}. \quad (42)$$

$W_0^*$ reprezintă deci viteza complexă a curentului uniform la mari distanțe în semiplanul superior și din (41) se deduce ușor:

$$V_0^* = V_0\sqrt{1 - \left(1 - \frac{k_1^2}{k_2^2}\right)\cos^2\alpha};$$

$$\alpha^* = \operatorname{arc\,tg}\left(\frac{k_2}{k_1}\operatorname{tg}\alpha\right) \quad (43)$$

De aici rezultă că pentru $k_1 > k_2$, $V_0^* > V_0$, așa cum era de așteptat, rezistența opusă de mediul poros fiind mai mică în $\Omega_1$ decît în $\Omega_3$.

Pentru a determina debitul de fluid ce străbate cavitatea se vor calcula afixele punctelor de oprire pe frontiera acesteia. Din (42) se deduce că există două astfel de puncte de oprire, unul pe semicercul superior, $z_1 = R e^{i\left(\alpha^* + \frac{\pi}{2}\right)}$ și unul pe cel inferior, $z_2 = R e^{i\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right)}$ Deoarece în cavitate nu există singularități, debitul de fluid care intră la un moment dat în cavitate este egal cu debitul de fluid care iese din cavitate la același moment. Să calculăm, spre exemplu, debitul de ieșire. Fluidul părăsește cavitatea prin arcul de cerc din semiplanul superior determinat de punctele $z = R$ și $z = z_1$ și prin arcul de cerc din semiplanul inferior, determinat de punctele $z = z_2$ și $z = R$. După cum se știe [7], debitele corespunzătoare celor două arce sînt egale, respectiv, cu:

$$Q_1 = |\psi_1(z_1) - \psi_1(R)| \text{ și } Q_2 = |\psi_2(R) - \psi_2(z_2)|.$$

Debitul de fluid ce străbate cavitatea va fi atunci $Q_1 + Q_2$ și utilizînd relațiile (42) se găsește după calcule simple:

$$Q = 2R(V_0 + V_0^*). \quad (44)$$

Dacă $k_1 = k_2$, $V_0^* = V_0$ și se regăsește expresia debitului din cazul mediului omogen [7]. Așa cum era de așteptat, debitul depinde în cazul $k_1 \neq k_2$ de unghiul $\alpha$ și este mai mare, dacă $k_1 > k_2$, decît debitul corespunzător mediului omogen cu coeficientul de filtrație $k_2$.

5. **Mişcarea în planul neomogen provocată de surse**

Să notăm din nou prin $D_1$ şi $D_2$ semiplanul superior respectiv cel inferior, avînd coeficienţii de filtraţie $k_1$, respectiv $k_2$. Să presupunem că există surse plasate în punctele $z_{1s} \in D_1$ de debite $q_1$ $(s = 1, 2, \ldots, n)$ şi în punctele $z_{2r} \in D_2$ de debite $q_{2r} (r = 1, 2, \ldots, m)$. Atunci va trebui să luăm în relaţiile (35):

$$F_1(z) = \sum_{s=1}^{n} \frac{q_{1s}}{2\pi} \ln(z - z_{1s});$$

$$F_2(z) = \sum_{r=1}^{m} \frac{q_{2r}}{2\pi} \ln(z - z_{2r}); \qquad \Phi(z) = 0$$

şi se obţin imediat:

$$f_1(z) = \sum_{s=1}^{n} \frac{q_{1s}}{2\pi} \ln(z - z_{1s}) + \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} \sum_{s=1}^{n} \frac{q_{1s}}{2\pi} \ln(z - \bar{z}_{1s}) +$$

$$+ \frac{2k_1}{k_1 + k_2} \sum_{r=1}^{m} \frac{q_{2r}}{2\pi} \ln(z - z_{2r}),$$

$$f_2(z) = \sum_{r=1}^{m} \frac{q_{2r}}{2\pi} \ln(z - z_{2r}) +$$

$$+ \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2} \sum_{r=1}^{m} \frac{q_{2r}}{2\pi} \ln(z - \bar{z}_{2r}) +$$

$$+ \frac{2k_2}{k_1 + k_2} \sum_{s=1}^{n} \frac{q_{1s}}{2\pi} \ln(z - z_{1s})$$

Se verifică uşor că aceste funcţii satisfac pentru $y = 0$ condiţiile de racordare şi au la distanţă finită numai singularităţile dorite.

De asemenea, calculînd debitul de fluid ce trece printr-o curbă ce cuprinde în interior toate sursele, se găseşte că el este egal cu $\sum_{s=1}^{n} q_{1s} + \sum_{r=1}^{m} q_{2r}$, aşa cum trebuia.

Din aceste relaţii se obţin în particular formulele stabilite de P. Ia. Polubarinova-Kocina [14], în cazul unei singure surse plasată în $D_1$, precum şi cele ale lui A. M. Pirvedian [15], corespunzătoare cazului a două surse situate pe o perpendiculară la axa reală, una în $D_1$ şi cealaltă în $D_2$.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Milne Thomson, L. M. Theoretical Hydrodynamics New-York, 1959.
2. Jacob, C. Introduction mathématique à la mécanique des fluides, Bucarest-Paris, 1959.
3. Iacob, C. Studii şi Cerc. Mat. **XI** nr. 2, 1960, p. 293–303.
4. Jacob, C. Journ. Math. Pures et Appl. **46** fasc. 3, 1965, p. 279–295.
5. Jacob, C. Fluid Dynamics Transaction, **3**, Warszawa, 1967, p. 63–74.
6. Gheorghiţă, Şt. I. Anal. Univ. C. I. Parhon Buc. Seria St. Nat. **15**, 1957, p. 51–58.
7. Gheorghiţă, St. I. Metode matematice în hidrogazodinamica subterană, Bucureşti, 1966.
8. Ungureanu-David, E. Studii şi Cerc. Mat. **23**, 6, 1971, p. 911–993.
9. Iacob, C. Com. Acad. R.P.R. **IX**, 8, 1959, p. 759–762.
10. Golubeva, O. V. Mehanica Jidk. i Gaza, **1**, 1966, p. 113–116.
11. Barinova, M. F. Gidrodinamica, Moskva, 1970, p. 30–34.
12. Gogonea, S. Journal de mécanique, **5**, 1966, p. 309–321.
13. Petrescu, Gh. Gaz. Matem-Fiz. seria A, **9**, 1964, p. 331–337.
14. Polubarinova-Kocina, P. Ia. Teoria dvijenia gruntovîh vod Moskva, 1952.
15. Pirverdian, A. M. Neftianaia podzemnaia gidravlica, Bacu, 1958.

# Consideraţii asupra etalonării producţiei la sondele de ţiţei şi gaze asociate

I. Avramescu şi I. Palaghiţă

Sondele produc fluide trifazice de ţiţei, apă şi gaze în proporţii variate. Atît cantitatea de fluid, cît şi proporţiile componenţilor se schimbă în timp, conform caracteristicilor de zăcămînt şi sub influenţa unor factori abatori.

Conducerea operativă a sondelor se face prin potenţiale. Potenţialul planificat al sondei poate fi menţinut în timp, prin depistarea rapidă a ieşirilor din limitele normale de funcţionare şi prin luarea măsurilor corespunzătoare de restabilire. Întreruperea funcţionării sondei este semnalizată la parc, prin intermediul unui traducător de curgere montat pe conducta sondei la intrarea în parc. Reducerea debitului de fluid al sondei este sesizată prin măsurători pe faze, realizîndu-se aşa-numita etalonare. O cădere a producţiei sondei cu mai mult de 10—15% faţă de potenţial face ca sonda să devină suspectă şi se programează la intervenţie pentru readucerea producţiei la valoarea normală.

Etalonarea sondelor, care produc bi sau trifazic, se face după separarea fazelor lichid şi gaze. Debitul gazelor se măsoară cu contoare (în cele mai multe cazuri diferenţiale). Instalaţiile pentru etalonarea fazei lichide au o diversificare mai mare şi se disting:

— instalaţii de etalonare cu rezervoare;
— instalaţii de etalonare cu contoare;
— instalaţii de etalonare cu separatoare-măsurătoare.

Determinarea debitului net al sondei se realizează cu dispozitive de luare a probelor şi de determinare a conţinutului de apă în ţiţei.

Luarea probelor şi determinarea conţinutului de apă în ţiţei se realizează prin:

— luarea manuală a probelor de lichid din rezervoare, continuă pe toată înălţimea coloanei de lichid, cu determinarea conţinutului de apă la centrifugă;
— luarea manuală a probelor de lichid din rezervoare, de la punct fix, cu determinarea conţinutului de apă la centrifugă;
— luarea probelor de lichid din conductă, în funcţie de viteza de curgere, prin intermediul unui dispozitiv automat şi determinarea conţinutului de apă la centrifugă sau prin distilare;
— măsurarea continuă a conţinutului de apă în ţiţei, folosind un aparat cu celulă capacitivă montat pe conductă.

Utilizarea acestor tipuri de instalaţii se face în funcţie de eficienţa şi de posibilităţile de dotare, de siguranţă în funcţionare, impusă sistemului de colectoare, separare şi transfer, de precizia măsurării şi de rutina personalului de exploatare. Dintre aceste criterii, precizia măsurării predomină în alegerea sistemului de etalonare.

În cele ce urmează se vor studia instalaţiile de etalonare a lichidului la sonde din punctul de vedere al erorilor de măsurare care apar şi al măsurilor ce se impun a fi luate pentru minimizarea acestora.

### Instalaţii de etalonare cu rezervoare

Etalonarea debitului brut al sondei $Q_e$ se realizează prin citirea, la intervale prestabilite, a creşterii coloanei de lichid în rezervor.

Pentru determinarea debitului net al sondei $Q_t$, se iau probe de lichid din rezervor şi se determină conţinutul de apă la centrifugă. Pentru aceste cazuri formulele de calcul sînt:

$$Q_e = \frac{24\ k \sum_{i=0}^{N} H_i}{N \cdot t} \left| \frac{\text{m}^3}{24\ \text{h}} \right| \qquad (1)$$

$$Q_t = \frac{24\ k \sum_{i=0}^{N} H_i}{N \cdot t} \cdot \frac{100 - C_A}{100}\ \rho_t \left| \frac{t}{24\ \text{h}} \right|, \qquad (2)$$

în care:

$N$ este numărul ciclurilor de măsurare în rezervor;
$H_i$ — creşterea înălţimii coloanei de lichid în rezervor la ciclul $i$, cm;
$k$ — volumul de lichid pe 1 cm înălţime rezervor, m³;
$t$ — timpul prestabilit pentru realizarea unui calcul, h;
$C_A$ — conţinutul de apă în lichid extras, %;
$\rho_t$ — densitatea ţiţeiului, t/m³.

Etalonarea unei sonde se consideră, de obicei, satisfăcătoare dacă eroarea maximă totală de măsurare nu depăşeşte 5%[2]. În funcţie de proveniența lor, erorile la etalonare

se împart în erori sistematice, erori întîmplătoare şi greşeli.

Eroarea totală a instalaţiei de etalonare $\varepsilon_T$, inclusiv a aparaturii de măsurare a conţinutului de apă, se calculează cu formula [1]:

$$\varepsilon_T = \sqrt{\sum_{i=0}^{n} \varepsilon_i^2}, \qquad (3)$$

în care $\varepsilon_i$ este eroarea mărimii independente $i$.

Erorile sistematice sînt erorile permanente sau care variază după o lege cunoscută. Aceste erori sînt provocate de caracteristicile şi de starea aparatului folosit (instalaţiei folosite), de procedeul instalării aparatului, de condiţiile de funcţionare, de metoda de măsurare etc. Se poate lua în considerare influenţa erorilor sistematice asupra rezultatelor măsurării prin introducerea corecţiilor, determinate prin calcul sau pe cale experimentală.

Măsurarea nivelului final în rezervoare se face cu o eroare sistematică sub 1%, deoarece se iau măsuri ca citirea coloanei de lichid să se facă cu sonda oprită, fără spumă şi cu înălţimi mari.

Eroarea sistematică la măsurarea nivelului în rezervoare se calculează cu formula:

$$\varepsilon_H = \frac{H - H'}{H'} 1\,000 = \frac{\Delta H}{H'} 100 \quad |\%|, \qquad (4)$$

în care:

$H$ este înălţimea reală a nivelului în rezervor, mm;
$H'$ — înălţimea măsurată în rezervor, mm;
$\Delta H$ — abaterea de citire a nivelului, mm.

Minimizarea erorii sistematice la măsurarea nivelului în rezervoare impune să se urmărească ca începerea şi terminarea etalonării sondei să se facă cu nivelul de lichid în separator la cota minimă şi să se dea atenţie mărită timpului de începere şi determinare a etalonării.

Eroarea la preluarea manuală a probelor din rezervoare este destul de mare. Lichidul intră în vasul de probă cu viteză variabilă, cantitatea ce pătrunde în unitatea de timp prin orificiul vasului este în creştere continuă spre fund, potrivit formulei [2]:

$$Q = \frac{\mu \cdot s}{k} \sqrt{2gH}, \qquad (5)$$

în care:

$\mu$ este coeficientul de contracţie a vînei de lichid;
$S$ — suprafaţa secţiunii orificiului, m²;
$k$ — coeficient de corelaţie în funcţie de viscozitatea lichidului;
$g$ — acceleraţia gravitaţională, m/s²;
$H$ — înălţimea coloanei de lichid, m.

Lichidul pătrunde mai repede la fundul rezervorului, unde temperatura este mai ridicată şi deci viscozitatea mai scăzută.

Reducerea erorilor, datorită acestor fenomene, se poate obţine făcînd ca vasul de probă să avanseze cu viteză crescîndă spre fundul rezervorului şi să se facă cu viteză descrescătoare. După cum se ştie aceste prelevări de probe sînt realizate de persoane fizice, cu mai puţină sau mai multă experienţă. Prelevarea se face pentru lichide ai căror parametri sînt influenţaţi de factori mai puţin cunoscuţi. Deci se poate spune că prelevarea probelor de lichid din rezervoare are un caracter întîmplător. Determinarea conţinutului de apă în ţiţei prin centrifugare are o eroare sistematică de 2% [3].

Erorile întîmplătoare (aleatorii) apar ca rezultat al influenţei asupra procesului de măsurare a unor cauze care nu se supun legilor cunoscute. Erorile întîmplătoare nu pot fi luate în consideraţie experimental sau prin calcule. Sondele care produc fluide trifazice prezintă frecvent variaţii mari ale debitului şi ale conţinutului. La un moment dat în separator vin numai dopuri de gaze sau numai dopuri de fluid. Ordinea şi lungimea dopurilor este întîmplătoare. Aprecierea erorilor rezultate se face pe baza teoriei probabilităţilor şi a metodelor statisticii matematice.

Aceste erori devin minime atunci cînd timpul de etalonare este mare. Eroarea întîmplătoare la măsurarea coloanei de lichid din rezervoare $\delta_R$ se calculează cu formula [4]:

$$\delta_R = \frac{Q'_N - Q_N}{Q_N} = \frac{Q'_N}{Q_N} - 1 = \frac{M(H_N)}{M(H'_N)} - 1, \qquad (6)$$

în care:

$Q_N, Q'_N$ este debitul de lichid al sondei pe 24 de ore, determinat pe baza a $N$ cifre de nivel, la intervale egale şi pe baza a $N$ citiri unde $N' < N$;
$M(H_N), M(H'_N)$ — mediile variabilelor întîmplătoare în cazurile cînd se fac $N$ şi $N'$ citiri.

În continuare, calculul erorilor se limitează la valorile maxime, deoarece, practic, acestea interesează. Valorile maxime sînt:

$$+\delta_R = \frac{M(H_N)}{\min . M(H'_N)} - 1;$$

$$-\delta_R = \frac{M(H_N)}{\max \cdot M(H'_N)} - 1 \qquad (7)$$

Valorile maxime ale erorilor întîmplătoare se reprezintă grafic în funcţie de gruparea $N' < N$ [4.] Admiţînd o eroare întîmplătoare $\delta_R < 1\%$, valoarea minimă a coloanei de lichid în

rezervor la etalonarea $H_{R\cdot min}$ și deci timpul minim de etalonare $T_{R\cdot min}$ va fi :

$$H_{R\cdot min} = N' \text{ max. } M(H'_N) \tag{8}$$

$$T_{R\cdot min} = N' \cdot t \tag{9}$$

unde :

$N'$ este gruparea corespunzătoare a unei erori $|\delta_R| < 1\%$ ;

$t$ — timpul în care se realizează un ciclu, h.

Formulele care stabilesc parametrii variabilei întîmplătoare la niveluri pot fi folosite și pentru stabilirea variabilei întîmplătoare la prelevarea probelor de lichid din rezervoare, înlocuind în formulele erorilor maxime valorile mediilor variabilelor întîmplătoare ale nivelurilor cu mediile variabilelor întîmplătoare ale conținutului de apă și țiței.

## Instalații de etalonare cu contoare

La etalonarea cu contoare sau cu separatoare-măsurătoare formulele pentru calculul cantității de lichid $Q_e$ și de țiței $Q_t$ pe 24 de ore sînt :

$$Q_e = 24 \frac{n\,q}{\sum_{i=0}^{n} t_i} \left| \frac{\text{m}^3}{24\text{ h}} \right| \tag{10}$$

$$Q_t = 24 \frac{n\,q}{\sum_{i=0}^{n} t_i} \cdot \frac{100 - C_A}{100} \rho_t \left| \frac{\text{t}}{24\text{ h}} \right| \tag{11}$$

în care :

$q$ este debitul contorului la un ciclu sau la o rotire, m³/ciclu ;

$n$ — numărul ciclurilor sau rotațiilor realizate de contor ;

$t_i$ — timpul de realizare a ciclului $i$, h ;

$C_A$ — conținutul de apă în țiței, 1% ;

$\rho_t$ — densitatea țițeiului, $\frac{t}{\text{m}^3}$.

Minimizarea erorii sistematice este posibilă atunci cînd contorul se montează pe porțiunea plină a conductei la presiunea separatorului și cînd se ține evidența corectă a timpului de etalonare.

Și în acest caz minimizarea erorilor întîmplătoare ce apar la măsurarea producției sondei se realizează prin mărirea timpului de etalonare.

Timpul minim de etalonare, pentru o anumită eroare întîmplătoare admisă , se calculează cu formula :

$$T_{E\cdot min} = n' \cdot \text{max. } |M(t'_N)|, \tag{12}$$

în care :

max. $M(t'_N)$ este maximul mediei variabilei întîmplătoare a timpului unui ciclu corespunzător grupării $n$, care se extrage din graficul erorilor $\pm\,\delta \leqslant \delta_{adm}$ [4].

## Exemplu de calcul

Într-un parc de colectoare, separare și etalonare sînt racordate sonde cu debite de lichid de 30—40 m³/24 ore, cu impurități de 50—70%. Se cere să se aleagă instalațiile de etalonare astfel încît, eroarea totală să fie sub 5%.

Pentru calculul erorilor se folosește metodologia menționată.

1. *Instalații de etalonare a sondelor cu rezervoare*

Eroarea sistematică la măsurarea coloanei de lichid într-un rezervor de 50 m³, cînd abaterea de citire $\Delta H = 10$ mm, se prezintă în graficul din figura 1.

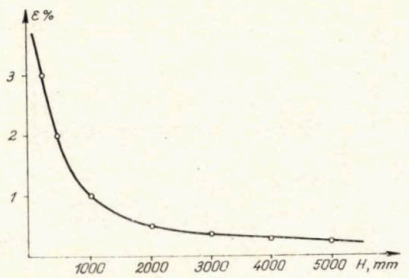



Fig. 1.

La valori ale lui $H \geqslant 1\,000$ mm, la rezervoarele de 50 m³, la o abatere de citire de 10 mm, eroarea sistematică $\varepsilon_H\,\% \leqslant 1\%$.

Timpul minim de etalonare al sondei se calculează cu formula (9), pe baza măsurătorilor din tabela 1. Din graficul erorilor maxime (fig. 2) rezultă că erori întîmplătoare $\pm\,\delta_R \leqslant 1$ se obțin pentru $N' > 24$ și, deci, timpul minim de etalonare, la această sondă, trebuie să fie de

TABELA 1

| Nr. crt. | H. cm. | Nr. cr. | H. cm | Nr. cr. | H. cm. | Nr. cr. | H. cm. | Nr. cr. | H. cm. | Nr. cr. | H. cm. | Nr. cr. | H, cm. | Nr. cr. | H. cm. | Nr. cr. | H. cm | Nr. cr. | H. cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 17 | 6 | 20 | 11 | 15 | 16 | 20 | 21 | 14 | 26 | 20 | 31 | 19 | 36 | 18 | 41 | 15 | 46 | 23 |
| 2 | 15 | 7 | 23 | 12 | 16 | 17 | 22 | 22 | 22 | 27 | 17 | 32 | 15 | 37 | 15 | 42 | 19 | 47 | 15 |
| 3 | 20 | 8 | 21 | 13 | 13 | 18 | 23 | 23 | 15 | 28 | 20 | 33 | 14 | 38 | 20 | 43 | 22 | 48 | 17 |
| 4 | 14 | 9 | 22 | 14 | 14 | 19 | 20 | 24 | 13 | 29 | 14 | 34 | 23 | 39 | 21 | 44 | 14 | | |
| 5 | 13 | 10 | 23 | 15 | 19 | 20 | 22 | 25 | 17 | 30 | 17 | 35 | 22 | 40 | 15 | 45 | 16 | | |

minimum 24 de ore (se face citirea din oră în oră). Nivelul coloanei de lichid în rezervor va fi de 3 000 mm și deci eroarea sistematică $\varepsilon_H \approx 0{,}3\%$.

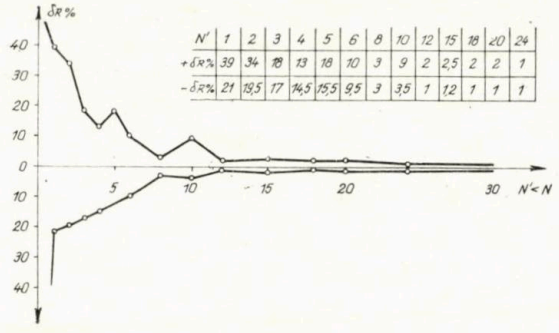



Fig. 2.

Eroarea totală la etalonarea debitorului brut al sondei va fi :

$$\varepsilon_{brut} = \sqrt{\varepsilon_H^2 + \delta_R^2} \approx 1\% .$$

Eroarea sistematică la determinarea conținutului de apă al probelor de lichid prin centrifugare $\varepsilon_{CA}$, conform STAS 24—50, va fi 2%. Eroarea întîmplătoare maximă la prelevarea

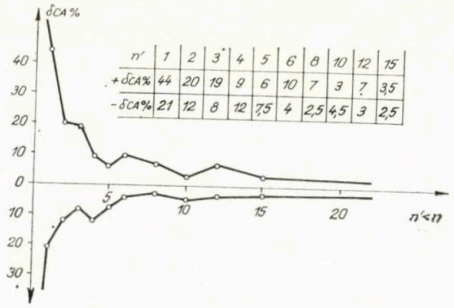



Fig. 3.

probelor din rezervoare se obține din graficul prezentat în figura 3, întocmit pe baza măsurătorilor prezentate în figura 3.

TABELA 2

| Nr. crt. | Ca, % | Nr. crt. | Ca, % | Nr. crt. | Ca, % | Nr. crt. | Ca, % | Nr. crt. | Ca, % | Nr. crt. | Ca, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 45 | 6 | 40 | 11 | 50 | 16 | 42 | 21 | 37 | 26 | 43 |
| 2 | 48 | 7 | 38 | 12 | 48 | 17 | 43 | 22 | 44 | 27 | 38 |
| 3 | 55 | 8 | 43 | 13 | 43 | 18 | 45 | 23 | 40 | 28 | 40 |
| 4 | 30 | 9 | 48 | 14 | 35 | 19 | 33 | 24 | 42 | 29 | 43 |
| 5 | 55 | 10 | 50 | 15 | 39 | 20 | 39 | 25 | 44 | 30 | 50 |

Se obțin erori $\delta_p \leqslant 4\%$ la prelevarea probelor de lichid în rezervoare dacă probele se repetă de un număr $N' > 15$.

Eroarea totală la etalonarea debitului net al sondei cu rezervoare va fi :

$$\varepsilon_T = \sqrt{\varepsilon_{brut}^2 + \varepsilon_{CA}^2 + \delta_p^2} \approx 4{,}2\% .$$

Pentru obținerea acestei erori, timpul total de etalonare al unei sonde depășește 30 de ore, ceea ce impune montarea la parc a unui număr mare de separatoare și rezervoare de etalonare, care conduce în final la consum mare de metal și la suprafețe mari de teren scoase din circuitul agricol.

În cazul în care la instalațiile de etalonare cu rezervoare se folosesc dispozitive automate de prelevat probe sau aparate pentru conținut de apă, montate pe conductă de evacuare a lichidului din separator, eroarea totală este aproximativ egală cu cea obținută în cazul precedent, iar timpul de etalonare este puțin mai scurt.

2. *Instalații de etalonare a sondelor cu contoare și aparate de conținut de apă*

Pentru etalonare se folosește un contor cu cameră fixă, $q_c = 0{,}1$ m³ și cu o eroare $\varepsilon_c = 0{,}5\%$. Eroarea întîmplătoare la măsurarea lichidului produs de sondă trebuie să nu depășească 0,5%. Eroarea aparatului de conținut de apă este de 3%.

Eroarea totală de etalonare va fi :

$$\varepsilon_{C.T} = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \delta_c^2 + \varepsilon_{CA}^2} \approx 3\% .$$

Timpul minim de etalonare cu contoare se calculează din graficul prezentat în figura 4,

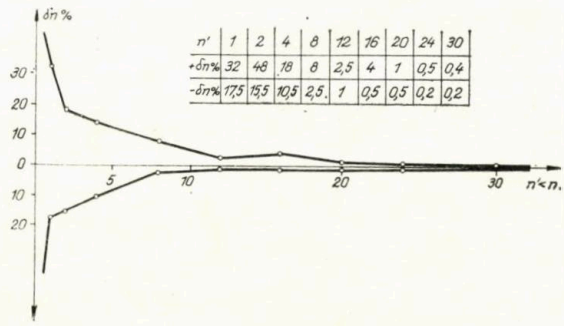



Fig. 4.

pe baza măsurătorilor din figura 3 și nu depășește 1,5 ore.

TABELA 3

| Nr. cr. | t (s) | Nr. cr. | t (s) | Nr. cr. | t (s) | Nr. cr. | t (s) | Nr. cr. | t (s) | Nr. cr. | t (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 178 | 16 | 163 | 31 | 168 | 46 | 203 | 61 | 209 | 76 | 180 |
| 2 | 190 | 17 | 195 | 32 | 156 | 47 | 220 | 62 | 165 | 77 | 184 |
| 3 | 182 | 18 | 200 | 33 | 205 | 48 | 180 | 63 | 153 | 78 | 170 |
| 4 | 140 | 19 | 220 | 34 | 225 | 49 | 170 | 64 | 180 | 79 | 179 |
| 5 | 205 | 20 | 214 | 35 | 220 | 50 | 150 | 65 | 185 | 80 | 180 |
| 6 | 215 | 21 | 167 | 36 | 170 | 51 | 152 | 66 | 190 | 81 | 200 |
| 7 | 162 | 22 | 169 | 37 | 150 | 52 | 190 | 67 | 160 | 82 | 215 |
| 8 | 152 | 23 | 170 | 38 | 190 | 53 | 208 | 68 | 220 | 83 | 220 |
| 9 | 225 | 24 | 190 | 39 | 180 | 54 | 204 | 69 | 158 | 84 | 154 |
| 10 | 215 | 25 | 160 | 40 | 178 | 55 | 198 | 70 | 174 | 85 | 160 |
| 11 | 182 | 26 | 180 | 41 | 176 | 56 | 190 | 71 | 210 | 86 | 190 |
| 12 | 192 | 27 | 199 | 42 | 190 | 57 | 185 | 72 | 215 | 87 | 180 |
| 13 | 163 | 28 | 158 | 43 | 160 | 58 | 187 | 73 | 170 | 88 | 186 |
| 14 | 190 | 29 | 170 | 44 | 170 | 59 | 159 | 74 | 164 | 89 | 170 |
| 15 | 154 | 30 | 205 | 45 | 200 | 60 | 170 | 75 | 225 | 90 | 199 |

## CONCLUZII

1. La proiectarea unui sistem de etalonare al sondelor de ţiţei şi gaze asociate trebuie să se aibă în vedere posibilităţile de încadrare în eroarea totală prescrisă şi în timpul prescris.

2. Etalonarea sondelor cu rezervoare asigură erori de etalonare sub 5% însă necesită intervale de timp foarte mari (4—24 ore).

Timpul va fi mai mare la sondele cu debit mic de lichid şi cu conţinut mare de gaze.

3. Etalonarea sondelor cu contoare sau cu separatoare-măsurătoare cuplate cu aparate de conţinut de apă asigură erori sub 5% în intervale de timp mult mai mici (2—6 ore).

Reducerea timpului de etalonare duce fie la reducerea numărului de instalaţii pentru separare şi etalonare, fie la mărirea frecvenţei etalonărilor şi deci la depistarea mai rapidă a pierderilor.

4. Înlocuirea rezervoarelor cu contoare permite realizarea sistemului ermetic de colectare al ţiţeiului, reducerea timpului de stocare al acestuia şi reduce substanţial suprafeţele de amplasare şi cantităţile de metal necesare.

## BIBLIOGRAFIE


1. Krilov, An. Lecţii de calcule prin aproximaţii. Ed tehnică, 1957, p. 416.
2. Evghenide, D. Dificultăţi create de curenţii ascendenţi în rezervoarele de ţiţei. Petrol şi gaze, nr. 11, 1955.
3. * * * STAS 24—50.
4. Avramescu, I. Determinarea timpului minim de etalonare şi a frecvenţei etalonărilor la sondele de ţiţei şi gaze asociate. Petrol şi gaze, nr. 12, 1967.

# POSIBILITĂȚI DE MĂRIRE A AFLUXULUI DE ȚIȚEI LA UN ZĂCĂMÎNT CONSTITUIT DIN GRESII SILICIOASE

A. Cegolea și M. Truică

Zăcămîntul în care s-a pus problema intensificării afluxului este un anticlinal orientat N—S, ușor boltit, cu înclinarea stratelor de circa 1°, împărțit în mai multe blocuri tectonice prin falii transversale și longitudinale, în general neetanșe și cu sărituri mici de circa 10 m.

Formațiunea este constituită din două grupe de roci colectoare :

— *Colectorul* $D_1$, productiv, constituit dintr-o gresie silicioasă, cu bobul fin pînă la mediu, cu filme și intercalații lenticulare de argilă.

— *Colectorul* $D_2$, separat de precedentul printr-o intercalație argiloasă de 14—15 m, constituit din gresii și nisipuri silicioase mai grosiere, separate prin intercalații argiloase discontinue, inundat aproape pe toată structura sau cu o productivitate slabă în cîteva blocuri.

Roca colectoare are o permeabilitate medie de 30—35 mD (frecvent mai mică de 4 mD), cu o porozitate de aproximativ 19,7% și o saturație în apă interstițială de circa 30%.

Gradienții de presiune și temperatură au valori normale.

Presiunea de zăcămînt actuală în zona saturată cu țiței are valori cuprinse între 43 și 75 kgf/cm².

Media de producție pe sondă este sub 2t/zi, cu impurități variind între 10 și 90% și o rație gaze-țiței cuprinsă între 100 și 2 800 Nm³/m³.

Sondele produc prin erupție naturală sau gazlift, în decursul exploatării comportarea lor fiind tipică pentru regimul de gaze dizolvate [1].

**Metode utilizate pentru mărirea productivității sondelor**

Pentru mărirea productivității sondelor s-au efectuat operații de refacere sau mărirea permeabilității rocii colectoare din jurul găurii de sondă, ca : băi acide, acidizări, încercări de fisurare și implozie.

— Băile acide cu acizi combinați, indicate pentru îndepărtarea blocajelor superficiale datorate colmatărilor cu fluid de foraj, au dat rezultatele scontate de decolmatare la punerea în producție a sondelor noi, reparate și retrase la strate superioare.

— Acidizările cu acid clorhidric (fără HF) nu au dat rezultate, nu numai datorită penetrației reduse a soluției în strat, ci și datorită componenței mineralogice a rocii colectoare (gresii silicioase cu conținut scăzut de carbonați).

În unele cazuri după acidizare s-a obținut o creștere masivă a impurităților, prin deteriorarea inelului de ciment și realizarea unei comunicații cu colectorul $D_2$ inundat.

Fisurarea hidraulică și implozia, aplicate la un număr redus de sonde (3 sonde), nu au condus la obținerea unor rezultate care să elucideze problema intensificării afluxului de țiței, datorită unei permeabilități naturale reduse a formațiunii sau a unor dificultăți tehnice din timpul efectuării operațiilor.

**Măsurile indicate pentru mărirea productivității sondelor și rezultatele obținute la experimentele efectuate**

Pentru mărirea productivității sondelor s-a propus experimentarea acidizărilor cu soluții acide, în compoziția cărora să intre HF și fisurarea hidraulică, folosind ca fluid de fisurare și transport a materialului de susținere a fisurii un gel cu viscozitate cît mai mare și un debit de injecție ridicat.

Acidizările efectuate la două sonde cu aceste soluții nu au condus la rezultatele scontate, datorită permeabilității mici și a procentului redus de carbonați a rocii colectoare.

Fisurarea hidraulică experimentală s-a executat la sonda 514, avînd următoarele caracteristici geologo-fizico-productive :

— formațiunea productivă : gresie silicioasă ;
— caracterizarea durității rocii : dură ;
— permeabilitatea : 4 mD ;
— presiunea de zăcămînt : 43,13 kgf/cm² ;
— temperatura de zăcămînt : 66°C ;
— diametrul coloanei : 5.3/4 in ;
— intervalul perforat : 1772—1768 = 4 m ;
— grosimea efectivă a stratului : 12 m ;
— grosimea intercalației argiloase între $D_1$ și $D_2$ : 14 m ;
— debitul sondei : 3 t/zi cu 20% imp ;
— rația gaze-țiței : 525 Nm³/m³ ;
— gradientul presiunii de fisurare : 0,163 kgf/cm²/m ;
— fluidul de fisurare : emulsie apă în țiței, cu viscozitatea 150 cP și greutatea specifică 0,97 kgf/dm³ ;
— materialul de susținere : nisip cuarțos I : ∅0,5—0,75 mm ; nisip cuarțos II : ∅ 0,75—1 mm.

Pentru reușita operației s-a avut în vedere ca fisura realizată să nu traverseze intercalația argiloasă care separă colectorul $D_1$ de $D_2$

(inundat), pentru prevenirea creşterii procentului de impurităţi.

Înaintea efectuării operaţiei de fisurare a fost necesară alegerea parametrilor optimi pentru a maximiza eficienţa operaţiei [3], astfel:

— presiunea de pompare la capul sondei s-a estimat după relaţia [4]:

$$P_p = P_f - P_h + P_{ft} + P_{f\,perf}, \qquad (1)$$

în care:

$P_f$ este presiunea de fisurare, kgf/cm²;

$P_h$ — presiunea hidrostatică, kgf/ cm²;

$P_{ft}$ — pierderea de presiune la pomparea fluidului de fisurare prin ţevile de extracţie, kgf/cm²;

$P_{f.perf}$ — pierderea de presiune în perforaturi (care poate fi neglijată), kgf/cm²;

obţinîndu-se:

$$P_f = \text{grad.}\ P_f \times H = 0{,}163 \times 1\,770 = 288\ \text{kgf/cm}^2$$

Pierderea datorită frecărilor în timpul pompării emulsiei cu nisip cu un debit de circa 1 800 l/min, pentru o concentraţie de 100 kg nisip/m³ emulsie şi utilizînd curbele din figura 1, s-a estimat la:

$$P_{ft} = 17{,}7 \times 14{,}5 \times 1{,}09 = 280\ \text{kgf/cm}^2$$

1,09 = factor de corecţie pentru frecarea emulsiei cu nisip (fig. 2).

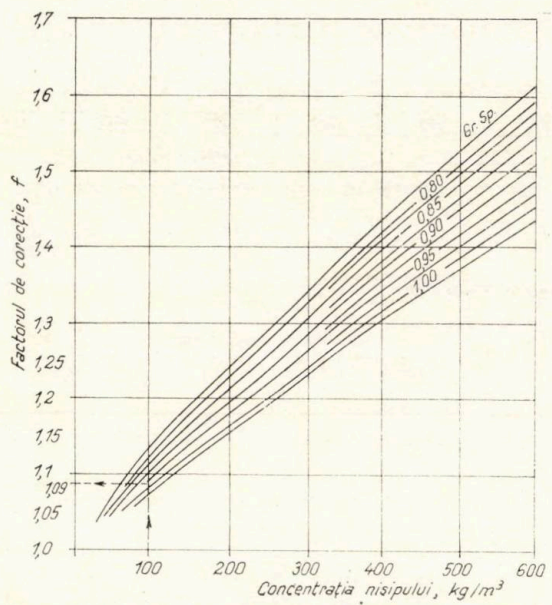



Fig. 2. Influenţa concentraţiei nisipului asupra pierderilor prin frecare

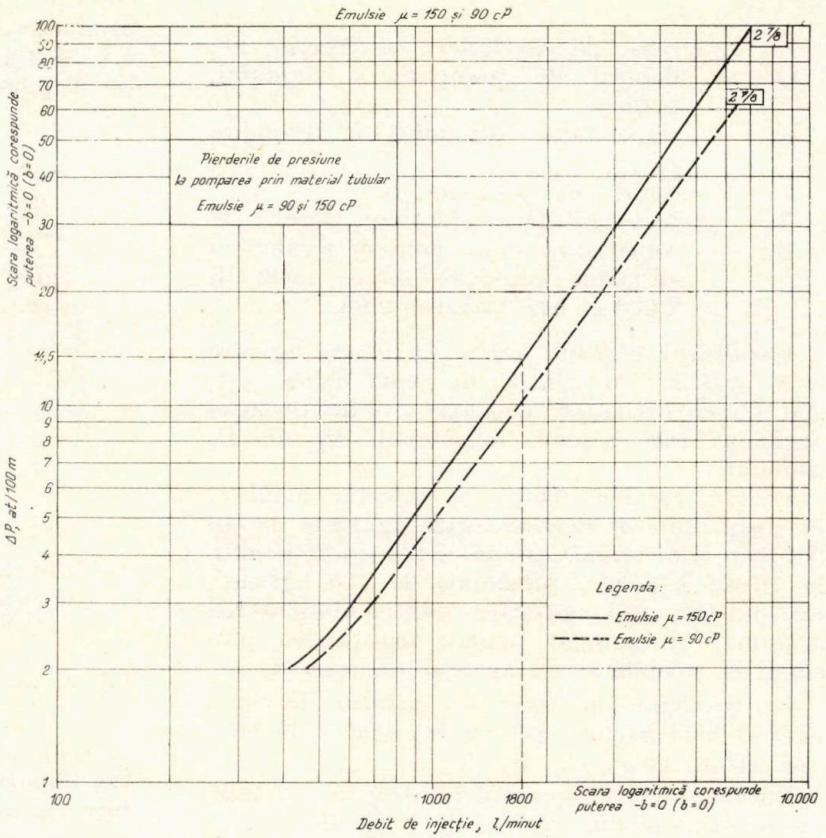



Fig. 1

Presiunea hidrostatică:

$$P_h = \frac{H}{10} \times \gamma_n = \frac{1\,770}{10} \times 1{,}09 = 193\ \text{kgf/cm}^2$$

$\gamma_n$ = greutatea specifică a emulsiei cu nisip, kgf/dm³, iar cea de fisurare la capul sondei, de aproximativ:

$$P_p = 288 - 193 + 280 = 375\ \text{kgf/cm}^2.$$

Pentru un volum de fluid de fisurare de circa 80 m³, dintre care 70 m³ cu nisip, este necesară o cantitate de nisip:

70 × 100 = 7 000 kg, din care:
3 000 kg nisip cu Ø 0,5 — 0,75 mm;
4 000 kg nisip cu Ø 0,75 — 1 mm.

Pentru stabilirea razei de extindere a fisurii, s-a utilizat relaţia indicată de L. Wilsey şi W. Bearden:

$$r = C\sqrt{Q\sqrt{\frac{\mu\, t}{k}}} = 0{,}08\sqrt{108\sqrt{\frac{150 \cdot 0{,}95}{0{,}004}}} =$$

$$= 11{,}42\ \text{m}, \qquad (2)$$

în care :

$r$ este raza de extindere a fisurii, m;
$Q$ — debitul de pompare a fluidului, $m^3/h$;
$\mu$ — viscozitatea dinamică a fluidului, cP;
$t$ — durata de pompare, h;
$k$ — permeabilitatea stratului, Darcy;
$C$ — constantă, care pentru sonde cu adîncimi cuprinse $\frac{*}{z}$ între 1 500 și 2 000 m are valoarea 0,08.

Rezultatul obținut arată că fisura (oricare ar fi poziția ei în spațiu) nu poate depăși grosimea rocii colectoare deschise și a intercalației argiloase care separă colectorul $D_1$ de $D_2$ inundat.

Pentru crearea fisurii și injecția emulsiei cu nisip, au fost necesare șase agregate de tip AC-500, care realizează un debit de 200 l/min la viteza I pentru presiunea de 400 kgf/cm², un buncăr, trei agregate pentru alimentarea acestuia, un agregat pentru menținerea presiunii la coloană și un agregat de rezervă.

La realizarea emulsiei s-a utilizat 18 000 l țiței, 3 000 l păcură, 160 kg emulgător, 59 000 l apă sărată conc. 7% NaCl.

Emulsia a fost injectată în strat în 57 min, cu un debit mediu realizat de 1 750 l/min, la o presiune maximă de 300 kgf/cm².

După efectuarea fisurării, sonda a început să producă în gazlift 14 t/zi, cu 15% impurități, realizîndu-se o eficiență :

$$E = \frac{Q_f}{Q} = \frac{14}{3} = 4{,}7 \qquad (3)$$

în care :

$Q_f$ este debitul după fisurare, t;
$Q$ — debitul înainte de fisurare, t.

Rezultatul obținut a condus la continuarea experimentelor și la alte sonde care deschid același obiectiv, obținîndu-se rezultatele indicate în tabela 1, din care rezultă că, în aceleași condiții de exploatare, s-a obținut o creștere a productivității sondelor fisurate de la 1,7 la 4,7 ori (fig. 3), fără a se observa practic o variație în plus sau în minus a impurităților.

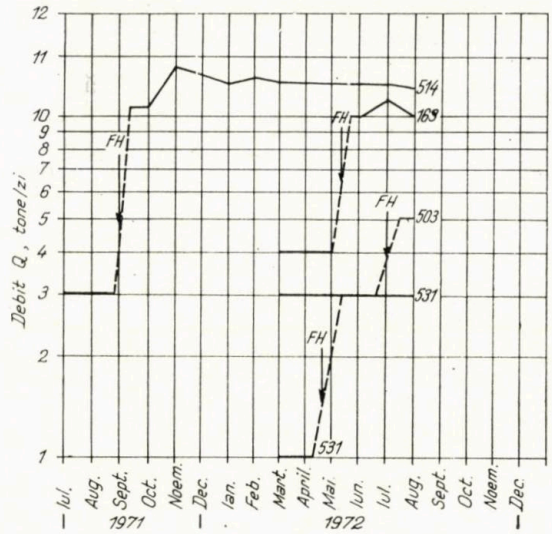



Fig. 3. Variația în timp a debitului sondelor 531, 503, 169 și 514.

Analizînd comportarea sondei 514 în producție, înainte și după efectuarea operației de fisurare (indicată grafic în figura 4), rezultă că,

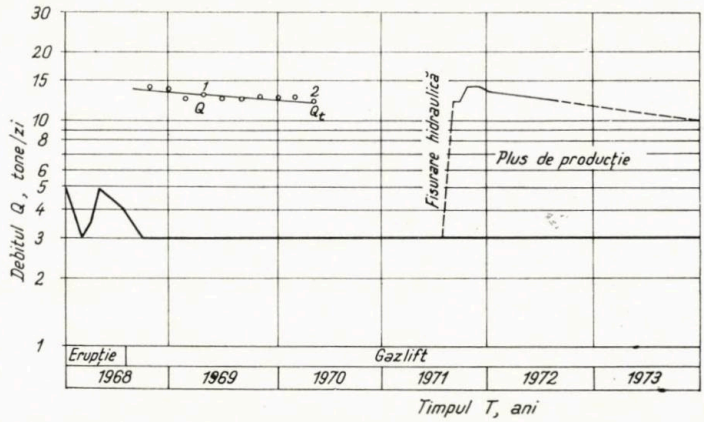



Fig. 4. Variația în timp a debitului sondei 514.

TABELA 1

**Datele de producție ale sondelor fisurate**

| Nr. crt. | Sonda | Interval perf., m | Situația înaintea fisurării | | | | | | | Situația după fisurare | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | producția zilnică | | | | duza, mm | presiunea | | producția zilnică | | | | duza, mm | presiune | |
| | | | țiței, t | gaze | | imp., % | | țevi extracție | coloană | țiței, t | gaze | | imp., % | | țevi extracție | coloană |
| | | | | produse | introduse | | | kgf/cm² | | | mii m³ | | | | kgf/cm² | |
| 1 | 514 | 4 | 3 | 1 | 5 | 20 | L | 1—2 | 16—20 | 14 | 1 | 14 | 15 | L | 2—3 | 16—18 |
| 2 | 531 | 4 | 1 | 1 | 4 | 30 | L | 2 | 12 | 3 | 1 | 8 | 45 | L | 1—2 | 17 |
| 3 | 169 | 4 | 4 | 1 | 6 | 15 | L | 2 | 14 | 10 | 1 | 10 | 15 | L | 2 | 15 |
| 4 | 503 | 3 | 3 | 1 | 6 | 10 | L | 2—3 | 14 | 5 | 1 | 6 | 10 | L | 2—3 | 18—20 |

după executarea acesteia, declinul de producţie are o valoare de aproximativ 1,33%.

Considerînd că acest declin se va menţine acelaşi în continuare, din relaţia debit-timp [5] :

$$Q = Q_i e^{-DT} \qquad (4)$$

Se poate determina cu suficientă aproximaţie timpul după care sonda ajunge la debitul avut înaintea efectuării operaţiei (3 t/zi).

În acest caz timpul determinat este de 118 luni, în care s-ar obţine o producţie cumulativă de 25 160 t.

Scăzînd cantitatea de 10 600 t, care s-ar fi realizat în cazul sondei nefisurate, rezultă un plus de circa 14 000 t.

## Concluzii

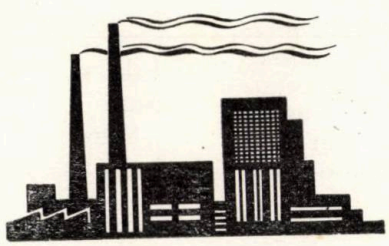
1. Pentru intensificarea afluxului, în cazul acestui tip de roci colectoare, rezultate bune se pot obţine prin aplicarea fisurării hidraulice, folosind ca fluid de fisurare şi transportul materialului de susţinere geluri cu viscozitate cît mai ridicată şi debite de injecţie mărite (peste 1 800 l/min).

2. Obţinerea în aceleaşi condiţii de exploatare a sondelor a unor productivităţi mărite de 2—5 ori după executarea fisurării hidraulice, recomandă ca această metodă să fie extinsă şi la alte zăcăminte cu caracteristici similare.

3. Tratamentele cu soluţii acide, în cazul rocii colectoare grezoase cu permeabilitate mică şi conţinut redus de carbonaţi de calciu, sînt indicate numai pentru decolmatare.

## BIBLIOGRAFIE


1. Cegolea, A. şi Ianculescu, Ec. Mărirea productivităţii actuale a sondelor de ţiţei care produc din zăcămintele de la Cîrcea-Malu-Mare. Tema 40 b/1971 ICPTG-Cîmpina.
2. Giurgiu, Gh. Perfecţionarea fisurării hidraulice în Moldova. Ac. 18. 15. 5. 8/1969—70 ICPTG-Cîmpina.
3. Palada, Tr. şi Stan, Al. Mărirea eficienţei operaţiilor de fisurare hidraulică prin alegerea optimă a parametrilor tehnologiei. Petrol şi gaze, **21**, nr. 4, april. 1970.
4. Giurgiu, Gh. Proiectarea şi optimizarea operaţiilor de fisurare hidraulică. Petrol şi gaze, **22**, nr. 6 şi 8, 1971.
5. Cîrcoană, A, ş.a. Studiu privind estimarea rezervelor de hidrocarburi fluide geologice şi recuperabile, în perioada anterioară săpării de sonde, la scurtă vreme după săparea uneia sau a mai multor sonde productive şi după cunoaşterea comportării în exploatare a zăcămintelor. Ac. P. 18. 3. 2, P. 18. 3. 3 şi P. 18. 3.4/1969. ICPTG-Cîmpina.
6. * * * Frac Guide Data Book — Dowell Division of The Dow Chemical Company.
7. *** Formation Fracturing. A Tehnical Manual Reprinted, From, Oil Gas J. 18, iun, 1964.
8. Frick, Th. C. Petroleum Production Handbook, II Mc. Graw Hill Book Company Inc., New-York, Toronto-London, 1962.

# Evaluarea calității uleiurilor de motoare prin metode spectrale*

M. Ilisei, Manuela Stănescu și P. Ion

Motoarele cu ardere internă se caracterizează prin solicitări termice și mecanice foarte diferite, în funcție de concepția lor constructivă și de condițiile de exploatare.

Contaminarea cu produși de ardere incompletă din camera de combustie și transformările termo-oxidante suferite de ulei în circuitul de ungere reprezintă factorii principali de degradare a uleiului de motor în timpul serviciului.

Uleiul, la fel ca orice piesă componentă a motorului, trebuie să reziste chimic și mecanic solicitărilor cu care este confruntat în circuitul de ungere. De aceea, fiecare tip de motor și fiecare categorie a condițiilor de exploatare necesită anumite calități de performanță ale uleiului.

Viteza de deteriorare a proprietăților uleiului de motor poate fi influențată, în mod avantajos, prin aditivare. În funcție de calitatea și proporția aditivilor folosiți, uleiul poate fi exploatat un timp mai lung, în condiții funcționale acceptabile, pînă la atingerea anumitor limite de degradare.

Realizarea unei formule de aditivare, care să îndeplinească în același timp cerințele tehnice și pe cele economice, este o activitate laborioasă de cercetare și de încercări pe aparate de laborator și pe standuri și chiar pe motoare reale în exploatare. În această activitate, ca în toate domeniile de cercetare, se pune problema stabilirii unor metode ieftine de investigare, care să permită obținerea unor informații rapide și elocvente.

Nu încape îndoială, că încercările pe aparate de laborator sînt mult mai puțin costisitoare decît cele efectuate pe motoare de stand sau în exploatare. Aceste metode nu sînt însă destul de convingătoare, deoarece ele nu pot reproduce cu fidelitate condițiile de degradare a uleiului în motor și în special pe cele ce decurg din contaminarea cu produși de ardere incompletă a combustibilului. Ele se bazează în principiu pe degradarea oxidativă a uleiului și pe examinarea consecințelor ce decurg prin analize și prin încercări experimentale destinate să înlesnească aprecieri asupra modificării anumitor proprietăți în uleiurile uzate pe această cale. În felul acesta, degradarea uleiurilor prin oxidare, în condiții de laborator, sub diferite forme și combinată cu procedee complimentare, tinde să substituie — în anumite etape intermediare ale cercetărilor — metodele de stand, oneroase. În etapa finală, încercarea uleiurilor pe motoare de stand sau în exploatare rămîne inevitabilă pentru a se putea trage concluzii definitive în ceea ce privește potențialul de calitate al uleiurilor studiate.

În mare parte, efectele realizate prin aditivare sînt dominate de relații cantitative, potențialul calitativ astfel creat epuizîndu-se în serviciu în funcție de concentrația aditivilor conținuți în ulei. Sub această formă, formularea uleiurilor ar putea fi simplă dacă s-ar putea realiza efectele dorite prin însumarea efectelor individuale ale aditivilor, determinate în prealabil.

În realitate, intervin factori ca susceptibilitatea la aditivarea antioxidantă a uleiurilor de bază, dependentă de structura lor chimică, precum și interinfluențe între aditivii antioxidanți, detergenți și dispersanți prezenți în ulei, care modifică în mod imprevizibil efectele scontate. De aceea, formularea uleiurilor aditivate, în scopul realizării unor niveluri variate de performanță, trebuie studiată pentru fiecare categorie de uleiuri de bază și pentru fiecare serie de aditivi disponibili.

Creșterea viscozității este un criteriu obișnuit de apreciere a gradului de oxidare a uleiurilor, dar nu totdeauna pe deplin satisfăcător dacă se urmărește obținerea de informații mai detaliate asupra anumitor aspecte ale degradării intervenite.

Aceiași observație se poate face și despre alte criterii uzuale de evaluare a uleiurilor prin oxidare, cum sînt perioada de inducție, creșterea carbonului rezidual, creșterea aciditații și corosivității, care dau posibilitatea unor aprecieri globale ale efectelor obținute prin aditivare.

În paralel cu aceste criterii clasice de apreciere a modificărilor suferite de uleiuri prin oxidare, s-au dezvoltat metode analitice spectrale, care oferă posibilități interpretative mai largi.

Folosind metoda standardizată IP-48 de degradare a uleiului prin oxidare, unii autori au studiat efectele antioxidante realizate cu diferiți inhibitori de oxidare, urmărite prin analiza spectrală a produșilor de oxidare în

* Comunicare la Conferința de chimie-fizică, București, sept. 1972

banda carbonilului, precum şi prin creşterea viscozităţii şi a carbonului rezidual [1].

Oxidarea uleiului prin încercări prelungite la 144 ore pe motorul de laborator Petter W. 1., controlată prin analiză spectrală în I.R. în banda carbonilului, a fost folosită la I.F.P. pentru studiul uleiurilor multigrade [2].

Urmărind obţinerea, prin mijloace de laborator, a unor informaţii privitoare la influenţa reciprocă a aditivilor prezenţi în mod obişnuit în uleiurile de motoare, s-a constatat, în cadrul lucrării de faţă, că o metodă de oxidare mai puţin severă decît metoda IP-48 ar fi mai potrivită pentru acest scop.

Prin încercări succesive, s-a ajuns la o metodologie de oxidare satisfăcătoare din acest punct de vedere, constînd din oxidarea uleiului la 150°C, prin barbotare cu aer, în prezenţa unei plăcuţe de cupru. Se porneşte de la o cantitate iniţială de 50 cm³ ulei, într-o eprubetă de dimensiunile celor folosite în metoda IP-48. Aerul uscat se introduce la fundul eprubetei, cu un debit de 15 l/oră la temperatura de 25°C. Timpul total de oxidare este de 16 ore. Din 2 în 2 ore, se prelevează cu pipeta cîte 1,5 cm³ probă de ulei oxidat pentru analiză spectrală în I.R. în banda carbonilului, apreciindu-se pe această cale abundenţa produşilor de oxidare formaţi în funcţie de timp. Uleiul rezidual final, oxidat timp de 16 ore, se examinează din punct de vedere reologic pentru a se determina creşterea viscozităţii datorită aceloraşi produşi de oxidare.

Încercări prealabile au arătat că, în cazul unui ulei de bază SAE 30 parafinos folosit în acest studiu, este adecvată o concentraţie de 0,2% antioxidant de tip ditiofosfat de zinc pentru ca — în condiţiile metodologiei descrise — să se poată face aprecieri satisfăcătoare ale efectelor urmărite într-un interval de 16 ore de oxidare.

Păstrînd constantă concentraţia de 0,2% a antioxidantului, s-a determinat mai întîi efectul adăugării a 0,2 — 2% aditiv detergent alcalin de tip sulfonat de calciu. Formularea uleiurilor încercate este dată în tabela 1. Adaosul diferit de aditiv detergent influenţează defavorabil rezistenţa la oxidare a uleiului înhibat cu ditiofosfat de zinc, (aşa cum se vede în fig. 1) abundenţa produşilor de oxidare fiind considerabil mai mare în acest caz şi aproximativ aceeaşi între limitele de concentraţie experimentate ale detergentului. Aceeaşi influenţă negativă se poate recunoaşte şi în funcţie de creşterea viscozităţii (tabela 1).

Într-o altă serie de încercări, s-a păstrat constantă concentraţia de 0,5% a detergentului, variindu-se proporţia antioxidantului între 0 — 0,6%. Formulele studiate sînt trecute în tabela 2. Rezultatele obţinute arată că este nevoie să se ridice concentraţia antioxidantului de la 0,2% la cel puţin 0,3% pentru a se compensa influenţa negativă a detergentului asupra rezistenţei la oxidare a uleiului (fig. 2, tabela 2).

În ultima serie de încercări, s-au menţinut constante concentraţiile de 0,2% antioxidant şi 0,5% detergent, variindu-se între 0 şi 1,0% conţinutul uleiului în dispersant de timp succinimidic (tabela 3). Se poate vedea, atît din variaţia concentraţiei produşilor de oxidare

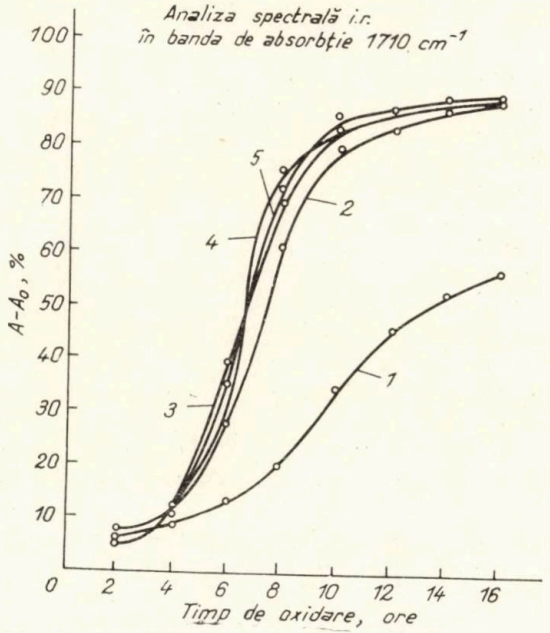



Fig. 1. Degradarea prin oxidare a uleiurilor 1 — 5

(fig. 3), cît şi din creşterea viscozităţii la uleiurile oxidate (tabela 3) că succinimidele au un efect sinergetic cu ditiofosfatul de zinc ca inhibitor de oxidare, care este pus în evidenţă de scăderea treptată a concentraţiei produşilor de oxidare în uleiurile degradate pe măsură ce creşte conţinutul în succinimide.

În concluzia acestor determinări, apare evident că formularea mai bogată detergent — alcalină a uleiurilor de motoare reclamă un spor al aditivării antioxidante cu ditiofosfat de zinc, pentru a menţine un anumit nivel al rezistenţei la oxidare. Dacă condiţiile constructive

TABELA 1

**Degradarea uleiurilor prin oxidare. Uleiuri aditivate constant antioxidant şi variabil detergent**

| Uleiul | Viscozitatea la 37,8°C, cSt | Creşterea viscozităţii, % |
|---|---|---|
| *Ulei neoxidat:* | | |
| 1. Ulei de bază + 0,2% antioxidant | 102 | 0 |
| *Uleiuri oxidate timp de 16 ore* | | |
| 1. Ulei 1 + 0% detergent | 115,7 | 11,3 |
| 2. Ulei 1 + 0,5% detergent | 136,3 | 33,5 |
| 3. Ulei 1 + 1,0% detergent | 146,3 | 43,5 |
| 4. Ulei 1 + 1,5% detergent | 153,5 | 50,4 |
| 5. Ulei 1 + 2,0% detergent | 152,2 | 49,0 |

şi de exploatare ale motoarelor impun folosirea unui ulei cu calităţi detergente la temperaturi atît ridicate cît şi joase, atunci aditivarea suplimentară cu dispersant devine absolut necesară. În acest caz, dacă dispersantul este de tip succinimidic, el intervine sinergetic în sprijinul acţiunii antioxidante a ditiofosfatului de zinc, permiţînd o reducere a acestuia în formulă.

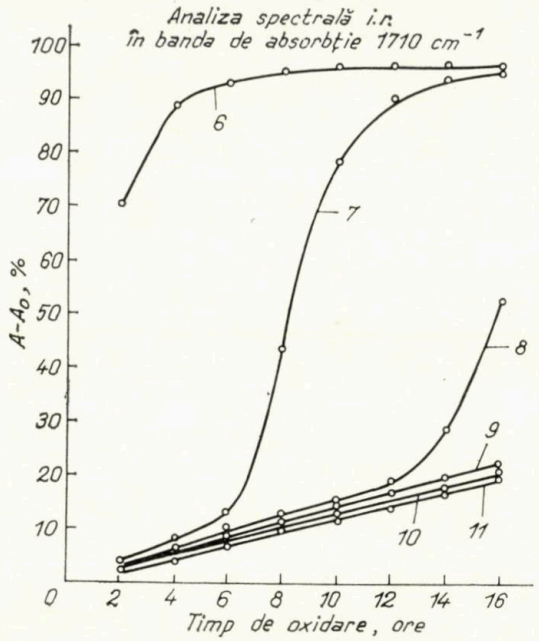



Fig. 2. Degradarea prin oxidare a uleiurilor 6 — 11

TABELA 2

**Degradarea uleiurilor prin oxidare. Uleiuri aditivate variabil antioxidant şi constant detergent**

| Uleiul | Viscozitatea la 37,8°C cSt | Creşterea viscozităţii, % |
|---|---|---|
| *Ulei neoxidat* | | |
| 6. Ulei de bază + 0,5% detergent | 104,9 | |
| *Uleiuri oxidate timp de 16 ore* | | |
| 6. Ulei 6 + 0% antioxidant | 158,9 | 51,8 |
| 7. Ulei 6 + 0,2% antioxidant | 135,4 | 29,3 |
| 8. Ulei 6 + 0,3% antioxidant | 110,7 | 5,4 |
| 9. Ulei 6 + 0,4% antioxidant | 111,4 | 6,2 |
| 10. Ulei 6 + 0,5% antioxidant | 111,0 | 5,7 |
| 11. Ulei 6 + 0,6% antioxidant | 111,2 | 6,0 |

Ca o ilustrare a efectului studiat, produs de prezenţa succinimidelor alături de ditiofosfatul de zinc şi de un detergent alcalin de temperatură ridicată, în figurile 4 şi 5 sînt redate rezultatele încercării de 144 ore pe motorul de laborator Petter W. 1 a două uleiuri diferind numai prin conţinutul de dispersant succinimidic. Ambele uleiuri, 16 şi 17, sînt aditivate identic cu ditiofosfat de zinc şi cu detergent alcalin la nivel MIL — L — 2104 B (Super 2), dar numai uleiul 17 conţine dispersant de tip succinimidic. Se poate vedea că introducerea succinimidelor în formula 17 reduce esenţial abundenţa produşilor de oxidare, determinată prin absorbţie spectrală în banda carbonilului, influenţînd totodată deosebit de favorabil creşterea viscozităţii şi a acidităţii în uleiul uzat.

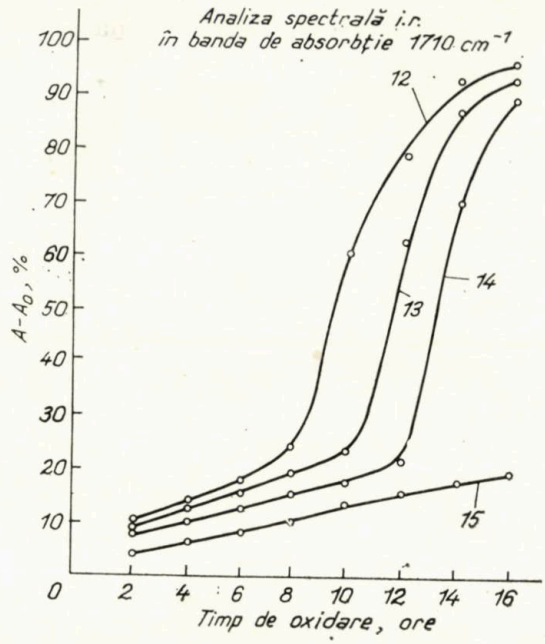



Fig. 3. Degradarea prin oxidare a uleiurilor 12 — 15

TABELA 3

**Degradarea uleiurilor prin oxidare. Uleiuri aditivate constant antioxidant şi detergent şi variabil dispersant cu succinimide**

| Uleiul | Viscozitatea la 37,8°C, cSt | Creşterea viscozităţii, % |
|---|---|---|
| *Ulei neoxidat* | | |
| 12. Ulei de bază + 0,2% antioxidant + 0,5% detergent | 104,8 | |
| *Uleiuri oxidate timp de 16 ore* | | |
| 12. Ulei 12 + 0% succinimide | 133,3 | 27,5 |
| 13. Ulei 12 + 0,3% succinimide | 125,0 | 19,5 |
| 14. Ulei 12 + 0,5% succinimide | 118,5 | 13,2 |
| 15. Ulei 12 + 1,0% succinimide | 110,0 | 5,1 |

Profitînd de avantajele oferite de formula 17, s-a realizat un ulei 18 cu aditivare similară, în care însă ditiofosfatul de zinc a fost redus cu 33%. Rezultatele încercării uleiurilor 17 şi 18 pe motorul de laborator Petter W. 1 (36 ore), în ce priveşte rezistenţa la oxidare şi la coroziune, sînt arătate în tabela 4.

Se constată că reducerea concentraţiei ditiofosfatului de zinc, în prezenţa succinimidelor, nu a influenţat rezistenţa la oxidare şi la coroziune evaluată pe motorul de laborator Petter W. 1.

Nu trebuie trasă însă concluzia, în legătură cu aceste rezultate, că se recomandă reducerea antioxidantului, într-o astfel de formulă, în toate cazurile din exploatarea motoarelor. De la caz la caz, în funcţie de necesităţi şi în special pentru realizarea uleiurilor „long life" se impune în unele cazuri sporirea antioxidantului pentru a se obţine perioade prelungite de schimb a uleiurilor uzate.

Se constată că analiza spectrală este deosebit de utilă pentru determinarea stării de degradare a uleiurilor prin metode oxidante de laborator sau prin metode de stand. În combinaţie cu metodele de oxidare de laborator, analiza spectrală oferă posibilităţi mai largi de apreciere în comparaţie cu celelalte criterii uzuale folosite în acest scop. Pe această cale, se pot obţine date informative preţioase în studiul formulării uleiurilor comerciale de motoare. Raportul cantitativ între aditivi, aşa cum rezultă din aceste determinări de laborator, are un caracter orientativ, care reduce numărul de încercări costisitoare pe standuri şi scurtează timpul de cercetare.

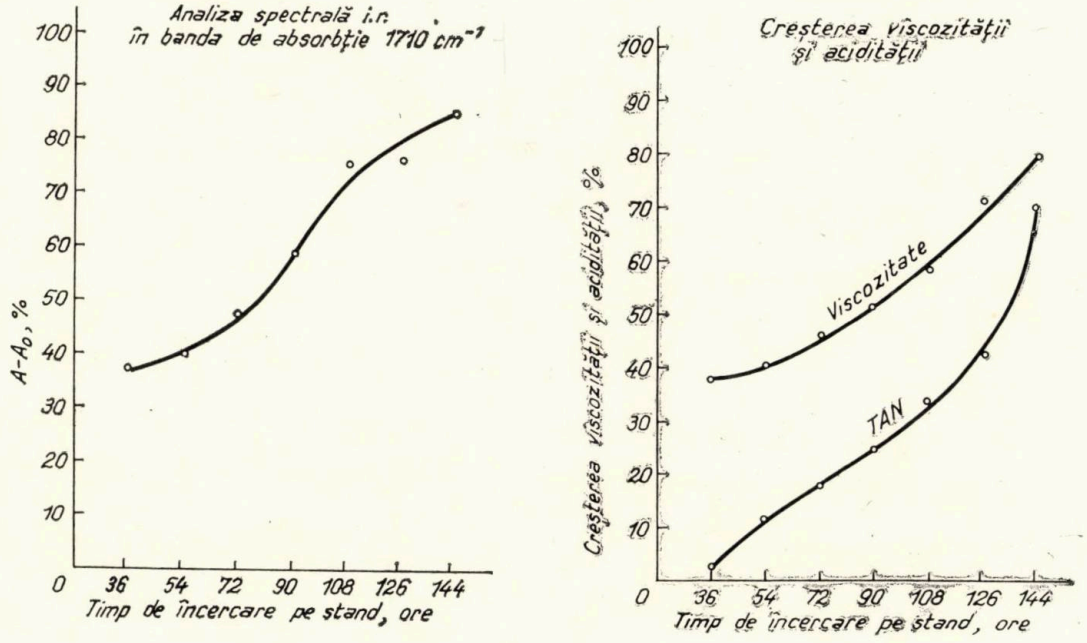



Fig. 4. Degradarea oxidantă a uleiului 16 pe standul Petter w1 (144 ore). Variaţia concentraţiei produşilor de oxidare, viscozităţii şi acidităţii.

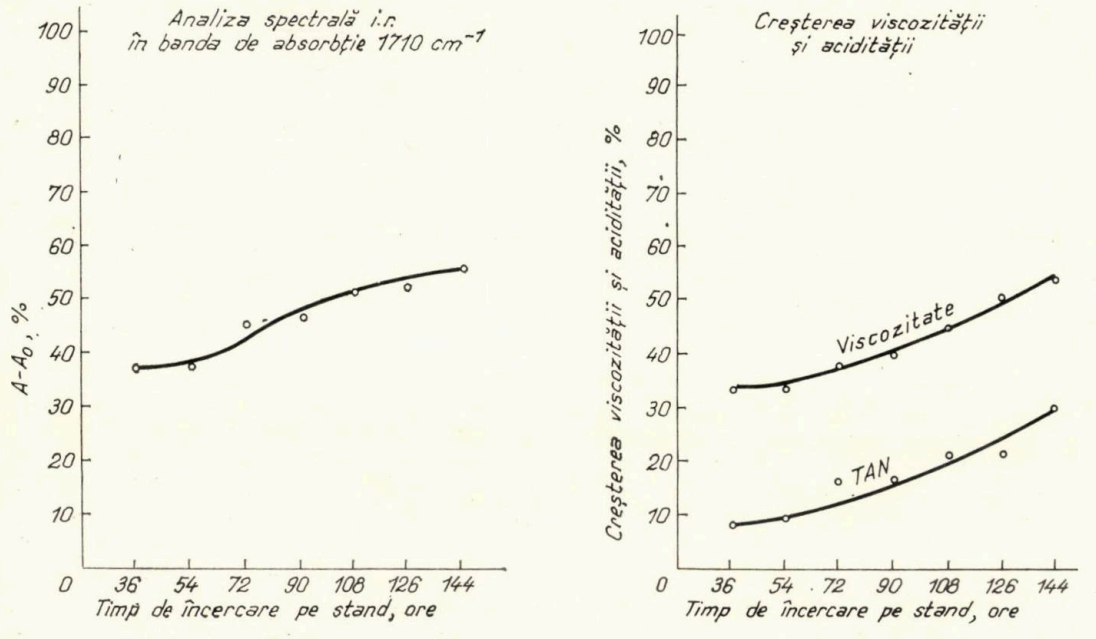



Fig. 5. Degradarea oxidantă a uleiului 17 pe standul Petter w1 (144 ore). Variaţia concentraţiei produşilor de oxidare, viscozităţii şi acidităţii

TABELA 4

**Încercarea comparativă a uleiurilor 17 şi 18 pe standul Petter W. 1 (36 ore)**

| Uleiul | Rezultate pe standul Petter W 1 (36 ore) | | |
|---|---|---|---|
| | Detergenţi | Pierderea în greutate a cuzineţilor de Cu – Pl, mg | Creşterea viscozităţii, % |
| 17 | 10 | 12,8 | 40,4 |
| 18 | 9,9 | 13,9 | 34,2 |

**BIBLIOGRAFIE**


1. Jose R. Barcelo, Clara Otero. A spectrophotometric method for studying the oxidation of lubricating oils — J. Inst. Petrol. **50**, nr. 481, ian., 14—21, 1964.
2. Denis, J. Levrague, J. C., Parc. G. Huiles multigrades ameliorées a partir de bases hydroraffinées de haut index de viscosité — Rev. de l'IFP, **XXIV**, nr. 10, oct., 1225—50, 1969.

# PROGRAMAREA LINIARĂ A AMESTECURILOR DE PRODUSE PETROLIERE DIN RAFINĂRII

## IV. Viscozitatea, punctul de inflamabilitate și alte proprietăți ale amestecurilor de uleiuri

G. Auslander

### A. Viscozitatea amestecurilor de uleiuri

În industria de prelucrare a țițeiului, metoda folosită în mod curent pentru estimarea viscozității amestecurilor binare de uleiuri se bazează pe diagrama ASTM-D-341-39. Variante mai mult sau mai puțin modificate ale metodei ASTM au fost propuse de Wright [1], Wilson [2] și Cragoe [3]; aceste metode, bazate, de asemenea, pe folosirea unor grafice, evident nu sînt adecvate pentru programare.

În principiu viscozitatea amestecurilor binare de componenți puri poate fi estimată cu numeroase ecuații; Partington [4] citează peste 30 de asemenea ecuații, dar așa cum a arătat Rahmes și Nelson [5] niciuna dintre ecuațiile empirice sugerate pentru componenții puri nu sînt suficient de precise pentru amestecuri de uleiuri.

Pentru amestecuri binare de uleiuri, Lederer [6] a propus ecuația:

$$x_1/(x_1 + sx_2) = (\log v - \log v_1)/(\log v_1 - \log v_2) \quad (1)$$

unde:

$x_1, x_2$ sînt procente în greutate;
$v$ — viscozitatea amestecului;
$v_1, v_2$ — viscozitatea componenților;
$s$ — constantă, care se obține din date experimentale.

Această ecuație se referă la amestecuri binare și nu se cunoaște modul în care s-ar putea aplica la sisteme multicomponente.

Etherington [7] a sugerat pentru sisteme multicomponente de hidrocarburi ușoare pure, ecuația:

$$(1/\log 0{,}0055\ v) = \sum_{i=1}^{n} (x_i/\log 0{,}0055\ v_i) \quad (2)$$

unde:

$v$ erte viscozitatea absolută a amestecului, cP;
$v_i$ — viscozitatea componenților puri;
$x_i$ — fracțiile molare.

Această ecuație recomandată pentru amestecuri de hidrocarburi lichide cu greutate moleculară mică (propan, butan, pentan ...) nu este aplicabilă pentru uleiuri.

Singura metodă de calcul adecvată pentru calculul viscozității cinematice a amestecurilor multicomponente de uleiuri este așa-numita metodă „blending index" elaborată de Shell Research Co. [8, 9], bazată pe relația:

$$I = \sum_{i=1}^{n} I_i x_i$$

unde:

$I_i$ reprezintă indici de amestec (blending index) ai componenților;
$I$ — indicele amestecului;
$x_i$ — fracțiile volumetrice ale componenților.

Indicii de amestec $I$ sînt funcții de viscozitate, de forma $I = f(v)$. Corespondența biunivocă $I$, $v$ se determină cu ajutorul unor grafice.

Scopul urmărit în acest studiu a fost elaborarea unei ecuații viscozitate — compoziție pentru sisteme multicomponente, care să se poată aplica la programarea liniară în mod direct, fără folosirea de grafice și în același timp să se bazeze pe compoziția gravimetrică și nu pe cea volumetrică. Ultimul deziderat este în legătură cu sistemul de planificare gravimetrică, folosit în industria de prelucrare din România, spre deosebire de sistemul volumetric din alte țări.

Ecuația viscozitate — compoziție, folosită în studiul de față a fost:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i^t x_i (v^t - v_i^t) = 0 \quad (3)$$

unde $v^t$ este viscozitatea amestecului la temperatura $t$; $v_i^t$ — viscozitatea componenților la aceeași temperatură $t$; $x_i$ — fracția în greutate a componenților; $a_i^t$ — constante care se determină din date experimentale.

Pentru verificarea ecuației (3) s-a determinat viscozitatea cinematică la numeroase amestecuri multicomponente de uleiuri. Analiza componenților folosiți, este dată în tabela 1; numărul de ordine indicat în prima coloană din această tabelă se folosește pentru identificarea componenților. Componenții 1, 2, 3 și 4 reprezintă uleiuri parafinoase (distilate în vid, solventate, deparafinate și contactate), iar componenții 5, 6, 7, 8 și 9 sînt uleiuri neparafinoase (distilate în vid, rafinate cu acid și

TABELA 1

**Proprietăţile componenţilor**

| Nr. crt. | Component | Viscozitatea cinematică | | Indicele de viscozitate Dean-Devis | Densitatea la 20°C | Punct de inflamabilitate, °C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | la 37,8°C, cSt. | la 98,9°C cSt. | | | |
| 1 | Ulei parafinos uşor | 25,15 | 4,44 | 92 | 0,8682 | 190,5 |
| 2 | Ulei parafinos mediu | 57,0 | 7,18 | 91 | 0,8810 | 229,5 |
| 3 | Ulei parafinos greu | 138,6 | 12,30 | 84 | 0,8911 | 254 |
| 4 | Ulei parafinos rezidual | 683 | 33,9 | 85 | 0,9006 | 315 |
| 5 | Ulei asfaltos, a | 28,3 | 4,16 | 78 | 0,9110 | 198 |
| 6 | Ulei asfaltos, b | 62,0 | 6,36 | 30 | 0,9162 | 214 |
| 7 | Ulei asfaltos, c | 113,8 | 8,99 | 36 | 0,9205 | 222 |
| 8 | Ulei asfaltos, d | 285,0 | 15,45 | 34 | 0,9250 | 260 |
| 9 | Ulei asfaltos, e | 878,0 | 30,8 | 46 | 0,9310 | — |

TABELA 2

**Viscozitatea cinematică a amestecurilor de uleiuri parafinoase**

| Nr. crt. | Compoziţie, % gr | | | | Viscozitatea cSt | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ulei uşor | ulei mediu | ulei greu | ulei rezidual | la 37,8°C | la 98,9°C |
| 1 | 80,5 | 19,5 | | | 29,0 | 4,88 |
| 2 | 58,5 | 41,5 | | | 34,5 | 5,37 |
| 3 | 39,0 | 61,0 | | | 40,0 | 5,94 |
| 4 | 23,0 | 77,0 | | | 46,5 | 6,40 |
| 5 | 78,4 | | 21,4 | | 32,4 | 5,39 |
| 6 | 59,8 | | 49,2 | | 45,5 | 6,49 |
| 7 | 37,5 | | 62,5 | | 67,8 | 7,74 |
| 8 | 21,5 | | 78,5 | | 90,9 | 9,63 |
| 9 | 83,5 | | | 16,5 | 38,8 | 5,90 |
| 10 | 69,8 | | | 39,2 | 57,2 | 7,56 |
| 11 | 51,5 | | | 48,5 | 100,3 | 9,91 |
| 12 | 16,4 | | | 83,4 | 349,0 | 22,60 |
| 13 | | 75 | 25 | | 71,3 | 8,18 |
| 14 | | 51,75 | 48,25 | | 86,6 | 9,23 |
| 15 | | 24,5 | 75,5 | | 110,7 | 10,48 |
| 16 | | 74,7 | | 25,3 | 100,3 | 10,35 |
| 17 | | 50,4 | | 49,6 | 179,4 | 14,82 |
| 18 | | 24,75 | | 75,25 | 340,0 | 22,34 |
| 19 | | | 77,9 | 22,1 | 193,0 | 15,26 |
| 20 | | | 50,65 | 49,35 | 290,0 | 20,00 |
| 21 | | | 18,25 | 81,75 | 492,0 | 27,90 |
| 22 | 28 | 21,6 | 50,4 | | 67,1 | 8,04 |
| 23 | 24 | 52,0 | 24,0 | | 55,8 | 7,12 |
| 24 | 51,8 | 22,5 | 25,7 | | 44,0 | 6,27 |
| 25 | 33,5 | 31,8 | 34,7 | | 56,5 | 7,21 |
| 26 | 24,3 | 22,2 | | 53,5 | 144,3 | 13,56 |
| 27 | 28,0 | 49,0 | | 23,0 | 73,4 | 8,57 |
| 28 | 48,3 | 24,5 | | 27,2 | 66,4 | 8,15 |
| 29 | 36,5 | 31,2 | | 39,3 | 83,6 | 9,36 |
| 30 | 22,3 | | 25,2 | 52,5 | 190,7 | 15,68 |
| 31 | 25,2 | | 53,0 | 21,8 | 117,8 | 11,41 |
| 32 | 53,0 | | 22,0 | 25,0 | 73,7 | 8,7 |
| 33 | 21,4 | | 25,1 | 33,6 | 134,9 | 12,04 |
| 34 | | 26,0 | 24,4 | 49,6 | 229,8 | 17,16 |
| 35 | | 25,0 | 49,5 | 25,5 | 160,4 | 13,73 |
| 36 | | 50,2 | 23,9 | 25,9 | 120,3 | 11,79 |
| 37 | | 33,5 | 35,5 | 31,0 | 160,5 | 13,76 |
| 38 | 9,9 | 20,3 | 30,7 | 39,1 | 165,5 | 14,11 |
| 39 | 38,4 | 31,0 | 20,7 | 9,9 | 58,2 | 7,4 |
| 40 | 26,0 | 27,4 | 23,6 | 23,0 | 91,0 | 9,76 |

redistilate în vid) din producţia curentă industrială.

Din componenţii disponibili s-au preparat amestecurile cu compoziţia indicată în tabela 2 (amestecuri de componenţi parafinoşi), tabela 3 (amestecuri de componenţi neparafinoşi) şi tabela 4 (amestecurile de componenţi parafinoşi + neparafinoşi) şi s-a determinat viscozitatea cinematică la 37,8 şi 98,9°C a amestecurilor respective; rezultatele sînt redate în ultimele două coloane din fiecare tabelă.

În cazul particular al viscozităţii cinematice, nu a fost necesar să se determine coeficienţii $a_i^t$ din ecuaţia (3) prin metoda celor mai mici pătrate, deoarece s-a găsit prin încercări preliminare, că aceste constante $a_i^t$ se pot exprima în funcţie de coeficientul de variaţie a viscozităţii cu temperatura $(dv_i/dt)_t$, a componenţilor puri, cu ajutorul relaţiei:

$$a_i^t = (\mathrm{d}v_i/\mathrm{d}t)_i^{-1/2} \qquad (4)$$

Valorile $(\mathrm{d}v_i/\mathrm{d}t)_t$ determinate experimental la componenţii puri prin măsurarea viscozităţii la intervale de temperaturi de 5°C, în apropierea temperaturilor de 37,8 şi 98,9°C, reprezentarea datelor cu ajutorul unui polinom de forma:

$$v = a + bt + ct^2 + \mathrm{d}t^3 \qquad (5)$$

şi derivarea algebrică a polinomului — sînt arătate în tabela 5.

Ecuaţiile finale, pentru viscozitatea amestecurilor, deduse din formulele (3) şi (4) au fost următoarele:

— Viscozitatea cinematică la 37,8 °C a amestecurilor de uleiuri parafinoase:

$$x_1(v - 25{,}1) + 0{,}604\ x_2\ (v - 57{,}1) + 0{,}358\ x_3\ (v - 138,\ 7) + 0{,}145\ x_4(v - 683{,}0) = 0 \qquad (6)$$

— Viscozitatea cinematică la 98,9°C, a amestecurilor de uleiuri parafinoase:

$$x_1\ (v - 4{,}44) + 0{,}726\ x_2\ (v - 7{,}18) + 0{,}518\ x_3\ (v - 12,\ 28) + 0{,}28\ x_4\ (v - 33{,}9) = 0 \qquad (7)$$

TABELA 3

**Viscozitatea cinematică a amestecurilor de uleiuri asfaltoase**

| Nr. crt. | Compoziția, % gr. | | | | | Viscozitatea, cSt | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | d | e | la 37,8°C | la 98,9°C |
| 41 | 24,3 | 75,7 | | | | 50,8 | 5,77 |
| 42 | 82,2 | 17,8 | | | | 32,2 | 4,55 |
| 43 | 19,6 | | 80,4 | | | 83,5 | 7,73 |
| 44 | 82,5 | | 17,5 | | | 35,4 | 4,76 |
| 45 | 22,8 | | | 77,2 | | 155,2 | 11,05 |
| 46 | 81,65 | | | 18,35 | | 40,7 | 5,18 |
| 47 | 23,1 | | | | 76,9 | 329 | 17,9 |
| 48 | 80,5 | | | | 19,5 | 49 | 5,83 |
| 49 | 89,9 | | | | 10,1 | 37,4 | 4,95 |
| 50 | 10,4 | 14,5 | 20,3 | 25,4 | 29,4 | 188,2 | 12,34 |
| 51 | 32,0 | 24,6 | 20,7 | 14,6 | 8,1 | 78,2 | 7,42 |
| 52 | 19,8 | 19,8 | 19,3 | 22,3 | 18,8 | 125,5 | 9,89 |

TABELA 4

**Viscozitatea unor amestecuri din componenți parafinoși și asfaltoși**

| Nr. crt. | Compoziția, % gr. | | | | | | | | | Viscozitatea, cSt | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | la 37,8°C | la 98,9°C |
| 53 | 5,5 | 7,3 | 5,8 | 8,9 | 10,16 | 12,2 | 14,77 | 16,97 | 18,4 | 142,6 | 11,23 |
| 54 | 18 | 16,05 | 15,1 | 13,3 | 11,1 | 8,18 | 8,45 | 5,65 | 4,19 | 85,3 | 8,82 |
| 55 | 11,4 | 13,2 | 10,0 | 10,9 | 10,8 | 12,6 | 10,4 | 10,8 | 9,9 | 103,6 | 9,64 |
| 56 | 10,5 | 8,2 | 9,1 | 18,7 | 4,3 | 5,4 | 16,7 | 15,3 | 12,8 | 155,9 | 12,25 |
| 57 | 11,2 | 13,2 | 14,1 | 3,6 | 20,2 | 15,2 | 7,1 | 8,7 | 6,7 | 74,6 | 7,82 |

TABELA 5

**Coeficienții $(dv/dt)_t$ a componenților puri (cSt/°C)**

| Component | $(dv/dt)_{37,8}$ | $(dv/dt)_{98,9}$ |
|---|---|---|
| 1 | — 2,36 | —0,202 |
| 2 | — 6,48 | —0,382 |
| 3 | — 18,50 | —0,753 |
| 4 | —111,5 | —2,57 |
| 5 | — 3,02 | —0,204 |
| 6 | — 7,97 | —0,361 |
| 7 | — 16,48 | —0,566 |
| 8 | — 47,2 | —1,105 |
| 9 | —145,9 | —2,54 |

— Viscozitatea cinematică la 37,8°C a amestecurilor de uleiuri neparafinoase:

$$x_5 (v - 28,3) + 0,616\, x_6 (v - 62,0) + 0,416\, x_7 (v - 113,8) + 0,253\, x_8 (v - 285,6) + 0,135\, x_9 (v - 878,0) = 0 \quad (8)$$

— Viscozitatea cinematică la 98,9°C a amestecurilor de uleiuri neparafinoase:

$$x_5 (v - 4,16) + 0,752\, x_6 (v - 6,36) + 0,600\, x_7 (v - 8,91) + 0,430\, x_8 (v - 15,45) + 0,2835\, x_9 (v - 30,80) = 0 \quad (9)$$

În aceste ecuații $v$ este viscozitatea cinematică în cSt și $x_i$ — fracțiunea în greutate a componentului $i$. Coeficienții care apar în ecuații reprezintă raportul $a_i/a_1$ unde $a_i$ și $a_1$ s-au calculat cu ecuația (4) și datele din tabela 5.

Pentru amestecurile de uleiuri parafinoase cu uleiuri neparafinoase s-a folosit ecuația:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i x_i (v - v_i) = 0 \quad (10)$$

unde $a_i$ s-a calculat cu ecuația (4) și datele din tabela 5.

Cu ajutorul ecuațiilor (6—9) s-au calculat viscozitățile la 37,8 și 98,9°C la toate amestecurile indicate în tabelele 2, 3 și 4. Comparația între viscozitățile calculate și valorile experimentale sînt date în tabela 6. În această tabelă prima coloană indică componenții prezenți în amestec, iar a doua coloană (Nr. crt.) corespunde cu numărul de ordine al amestecurilor din tabelele 2, 3 și 4. În coloana următoare ($v_e$) se indică viscozitatea observată la 37,8°C, apoi valoarea calculată ($v_c$). În coloana notată ($\Delta v$) se indică diferența ($v_c - v_e$), iar în coloana următoare (%) se indică eroarea procentuală: $(v_c - v_e)\, x\, 100/v_e$. Coloanele următoare redau comparația valorilor experimentale și calculate la 98,9°C.

Așa cum rezultă din tabela 6 ecuațiile propuse redau dependența viscozitate — compoziție cu o precizie satisfăcătoare.

Precizia metodei, rezumată în tabela 7, a fost comparată cu precizia metodelor grafice de calcul a viscozității amestecurilor binare.

**Viscozitățile calculate ale amestecurilor de uleiuri** TABELA 6

| Sistemul de componenți | Nr. crt. | Viscozitatea la 37,8°C, cSt | | | | Viscozitatea la 98,9°C, cSt | | | | Obs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | observat | calculat | | | observat | calculat | | | |
| | | | | $\Delta v$ | | | | $\Delta v$ | | |
| | | $v_e$ | $v_c$ | cSt | % | $v_e$ | $v_c$ | cSt | % | |
| 1—2 | 1 | 29,0 | 29,2 | — 0,2 | — 0,69 | 4,88 | 4,85 | 0,03 | 0,615 | |
| | 2 | 34,5 | 34,7 | — 0,2 | — 0,58 | 5,37 | 5,36 | 0,01 | 0,186 | |
| | 3 | 40,0 | 40,75 | — 0,75 | — 1,87 | 5,94 | 5,88 | 0,06 | 1,01 | |
| | 4 | 46,5 | 46,6 | — 0,1 | — 2,15 | 6,40 | 6,39 | 0,01 | 0,156 | |
| 1—3 | 5 | 32,4 | 33,5 | — 1,1 | — 3,4 | 5,39 | 5,39 | 0 | 0 | |
| | 6 | 45,5 | 46,8 | — 1,3 | —2,86 | 6,49 | 6,46 | 0,03 | 0,462 | |
| | 7 | 67,8 | 68,4 | — 0,6 | —0,985 | 7,74 | 8,03 | —0,29 | —3,75 | |
| | 8 | 90,9 | 93,3 | — 2,4 | —2,64 | 9,63 | 9,62 | 0,01 | 0,104 | |
| 1—4 | 9 | 31,8 | 31,9 | — 0,1 | —0,257 | 5,90 | 5,82 | 0,08 | 0,1355 | |
| | 10 | 57,2 | 56,2 | 1,0 | 1,75 | 7,56 | 7,38 | 0,18 | 2,38 | |
| | 11 | 100,3 | 100,0 | 0,3 | 0,3 | 9,91 | 10,47 | —0,56 | 5,65 | |
| | 12 | 349,0 | 346,7 | 2,3 | 0,66 | 22,60 | 22,39 | 0,21 | 0,93 | |
| 2—3 | 13 | 71,3 | 70,4 | 0,9 | 1,26 | 8,18 | 8,13 | 0,05 | 0,611 | |
| | 14 | 86,6 | 86,2 | 0,4 | 0,462 | 9,23 | 9,02 | 0,21 | 2,27 | |
| | 15 | 110,7 | 109,5 | 1,2 | 1,085 | 10,48 | 10,68 | —0,20 | 1,905 | |
| 2—4 | 16 | 100,3 | 102,3 | — 2,0 | —2 | 10,35 | 10,12 | 0,23 | 2,22 | |
| | 17 | 179,4 | 175,8 | 3,6 | 2 | 14,82 | 14,47 | 0,35 | 2,36 | |
| | 18 | 340,0 | 335,0 | 5,0 | 1,47 | 22,34 | 23,9 | 0,44 | 1,97 | |
| 3—4 | 19 | 193,0 | 192 | 1,0 | 0,518 | 15,26 | 15,08 | 0,18 | 1,18 | |
| | 20 | 290,0 | 292 | — 2,0 | —0,69 | 20,0 | 19,9 | 0,10 | 0,5 | |
| | 21 | 492,0 | 496 | — 4 | —0,814 | 27,9 | 27,9 | 0 | 0 | |
| 1—2—3 | 22 | 67,1 | 64,6 | 2,5 | 3,73 | 8,04 | 8,0 | 0,04 | 0,497 | |
| | 23 | 55,8 | 54,8 | 1,0 | 1,79 | 7,12 | 7,14 | —0,02 | 0,281 | |
| | 24 | 44,0 | 41,5 | 2,5 | 5,68 | 6,27 | 6,21 | 0,06 | 0,957 | |
| | 25 | 56,5 | 53,6 | 2,9 | 5,14 | 7,21 | 7,18 | 0,03 | 0,416 | |
| 1—2—4 | 26 | 144,3 | 142,9 | 1,4 | 0,968 | 13,56 | 13,21 | 0,35 | 0,58 | |
| | 27 | 73,4 | 69,2 | 4,2 | 5,725 | 8,57 | 8,38 | 0,19 | 2,22 | |
| | 28 | 66,4 | 60,3 | 6,1 | 9,19 | 8,15 | 8,0 | 0,15 | 1,84 | |
| | 29 | 83,6 | 76,9 | 6,7 | 8,01 | 9,36 | 9,06 | 0,30 | 3,2 | |
| 1—3—4 | 30 | 190,7 | 182 | 8,7 | 4,56 | 15,68 | 15,3 | 0,38 | 2,42 | |
| | 31 | 117,8 | 109,1 | 8,7 | 7,39 | 11,41 | 11,2 | 0,21 | 1,785 | |
| | 32 | 73,7 | 66,1 | 7,6 | 10,3 | 8,70 | 8,47 | 0,23 | 2,645 | |
| | 33 | 124,9 | 114,3 | 10,6 | 8,5 | 12,04 | 11,5 | 0,54 | 4,48 | |
| 2—3—4 | 34 | 229,8 | 224 | 5,8 | 2,53 | 17,16 | 16,8 | 0,36 | 2,045 | |
| | 35 | 160,4 | 158,5 | 1,9 | 1,185 | 13,73 | 13,5 | 0,23 | 1,675 | |
| | 36 | 120,3 | 123,8 | — 3,5 | —2,91 | 11,79 | 11,58 | 0,21 | 1,78 | |
| | 37 | 160,5 | 158,5 | 2,0 | 1,247 | 13,76 | 12,7 | 1,06 | 0,77 | |
| 1—2—3—4 | 38 | 165,5 | 162,2 | 3,3 | 1,995 | 14,11 | 13,96 | 0,15 | 1,062 | |
| | 39 | 58,2 | 58,2 | 0 | 0 | 7,41 | 7,43 | —0,03 | 0,406 | |
| | 40 | 91,0 | 89,1 | 1,9 | 2,09 | 9,76 | 1,60 | 0,16 | 1,64 | |
| 5—6 | 41 | 50,8 | 50,7 | 0,1 | 0,197 | 5,77 | 5,68 | 0,09 | 1,56 | |
| | 42 | 32,2 | 32,35 | — 0,15 | —0,466 | 4,55 | 4,48 | 0,06 | 1,32 | |
| 5—7 | 43 | 83,5 | 84,2 | — 0,7 | —0,838 | 7,33 | 7,61 | 0,12 | 1,64 | |
| | 44 | 35,4 | 35,8 | — 0,4 | —1,13 | 4,76 | 4,70 | 0,06 | 1,26 | |
| 5—8 | 45 | 155,2 | 152,8 | 2,4 | 1,545 | 11,05 | 10,84 | 0,21 | 1,9 | |
| | 46 | 40,7 | 40,3 | 0,4 | 0,983 | 5,18 | 5,12 | 0,06 | 1,155 | |
| 5—9 | 47 | 32,9 | 33,15 | — 0,25 | —0,76 | 17,9 | 17,5 | 0,04 | 2,23 | |
| | 48 | 49,0 | 48,2 | 0,8 | 1,63 | 5,83 | 5,72 | 0,11 | 1,89 | |
| | 49 | 37,4 | 35,9 | 1,5 | 4,01 | 4,95 | 4,90 | 0,05 | 1,01 | |
| 5—6—7—8—9 | 50 | 188,2 | 186,9 | 1,3 | 0,09 | 12,34 | 12,3 | 0,04 | 0,324 | |
| | 51 | 78,2 | 77,4 | 0,3 | 1,022 | 7,42 | 7,37 | 0,05 | 0,675 | |
| | 52 | 125,5 | 123,1 | 2,4 | 1,91 | 9,89 | 9,66 | 0,23 | 2,322 | |
| 1÷9 | 53 | 142,6 | 145,2 | — 2,6 | —1,82 | 11,23 | 11,15 | 0,08 | 0,712 | |
| | 54 | 85,3 | 88,3 | — 3,0 | —3,52 | 8,82 | 8,74 | 0,08 | 0,907 | |
| | 55 | 103,6 | 107,0 | — 3,4 | —3,28 | 9,64 | 10,22 | —0,58 | —6,02 | |
| | 56 | 155,9 | 154,2 | 1,7 | 1,09 | 12,25 | 11,9 | 0,35 | 3,15 | |
| | 57 | 74,6 | 77,7 | — 3,1 | —4,15 | 7,82 | 7,85 | —0,03 | —0,384 | |

TABELA 7

**Gradul de precizie a metodei de calcul**

| Sistemul de componenți | Nr. cazuri | Eroarea medie pătratică, % | | Eroarea maximă, % | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 37,8°C | 98,9°C | 37,8°C | 98,9°C |
| 1—2 | 4 | 1,5 | 0,602 | 2,15 | 1,01 |
| 1—3 | 4 | 2,64 | 1,89 | 3,4 | 3,75 |
| 1—4 | 4 | 0,955 | 3,1 | 1,75 | 5,65 |
| 2—3 | 3 | 0,996 | 1,748 | 1,26 | 2,27 |
| 2—4 | 3 | 1,84 | 2,08 | 2 | 2,36 |
| 3—4 | 3 | 0,683 | 0,74 | 0,814 | 1,18 |
| 1—2—3 | 4 | 4,35 | 0,593 | 5,68 | 0,957 |
| 1—2—4 | 4 | 6,75 | 2,55 | 9,19 | 3,2 |
| 1—3—4 | 4 | 7,97 | 3,01 | 10,3 | 4,48 |
| 2—3—4 | 4 | 2,1 | 1,64 | 2,91 | 2,045 |
| 1—2—3—4— | 3 | 1,67 | 1,16 | 2,09 | 1,64 |
| 5—6 | 2 | 0,357 | 1,443 | 0,466 | 1,56 |
| 5—7 | 2 | 0,995 | 1,462 | 1,13 | 1,64 |
| 5—8 | 2 | 1,298 | 1,572 | 1,545 | 1,9 |
| 5—9 | 3 | 2,54 | 1,78 | 4,01 | 2,23 |
| 5—6—7—8—9 | 3 | 1,312 | 1,41 | 1,91 | 2,322 |
| 1÷9 | 5 | 2,99 | 3,088 | 4,15 | 6,02 |

Rezultatele sînt arătate în tabela 8. În această tabelă cifrele referitoare la precizia metodei ASTM, Wilson, Wright, Cragoe respectiv Lederer sînt reproduse după R a h m e s [5], iar datele din ultimele două coloane se referă la lucrarea de față. De menționat, că ecuația propusă în lucrarea de față a fost verificată cu aproape de trei ori mai multe date experimentale decît celelalte metode. Pe baza cifrelor din tabela 8, se poate afirma că ecuația (3) redă relația viscozitate — compoziție la amestecurile multicomponente de uleiuri cu o precizie similară cu cea a metodei grafice ASTM folosită în mod curent în industrie pentru amestecuri binare. Ecuația (3) fiind adecvată pentru programarea liniară, poate fi folosită deci pentru exprimarea bilanțului de viscozitate, în modelul matematic al programării.

## B. Punctul de inflamabilitate și alte proprietăți ale amestecurilor de uleiuri

Punctul de inflamabilitate a uleiurilor de bază este o proprietate care nu poate fi neglijată la stabilirea rețetelor de amestec.

Pentru estimarea punctului de inflamabilitate a amestecurilor binare s-au propus diagrame sau formule care nu sînt însă aplicabile la programarea liniară. De exemplu, U m s t ä t t e r [10] a propus ecuația:

$$1/T = \sqrt{x_1/T_1 + x_2/T_2} \qquad (11)$$

unde:

$T$ este punctul de inflamabilitate a amestecului binar;

$T_1$, $T_2$ — punctul de inflamabilitate a componenților;

$x_1$,$x_2$ — fracțiile molare ale componenților.

Pentru amestecuri multicomponente, W i c k e y și C h i t t e n d e n [11] au propus o ecuație menționată în partea a II-a a acestei lucrări.

Scopul urmărit în lucrarea de față a fost elaborarea unei metode pentru calcularea punctului de inflamabilitate a amestecurilor de uleiuri în funcție de compoziția gravimetrică a amestecului.

TABELA 8

**Precizia metodelor de calcul a viscozității**

| Metoda | ASTM | Wilson | Wright | Cragoe | Lederer | Lucrarea de față la | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 37,8°C | 98,9°C |
| Eroare medie pătratică | 5,4 | 2,9 | 1,8 | 5,0 | 0,5 | 2,4 | 1,7 |
| Eroare maximă | 25,7 | 10,6 | 10,1 | 13,4 | 1,4 | 17,3 | 5,65 |
| % amestecuri cu eroare sub 2 % | 23 | 62 | 72 | 21 | 100 | 59 | 70 |

Ecuația propusă, ca și în cazurile precedente a fost:

$$\sum_{i=1}^{n} a_i x_i \, (T - T_i) = 0 \qquad (12)$$

unde:

$T$ este punctul de inflamabilitate al amestecului;

$T_i$ — punctul de inflamabilitate a componentului $i$;

$x_i$ — fracția gravimetrică a componentului $i$;

$a_i$ — constante.

Constantele $a_i$ s-au determinat din datele experimentale* arătate în tabela 9. Ecuația finală folosită pentru calculul punctului de inflamabilitate a amestecurilor de uleiuri parafinoase, în sistemul cuaternar: ulei ușor ($x_1$), ulei mediu ($x_2$), ulei greu ($x_3$) și ulei rezidual ($x_4$) a fost:

$$x_1(T - 190{,}5) + 0{,}2513\ x_2\ (T - 229{,}5) + 0{,}1614\ x_3\ (T - 254{,}0) + 0{,}05063\ x_4\ (T - 315{,}0) = 0 \qquad (13)$$

* Punctele de inflamabilitate s-au determinat la aceleași amestecuri de uleiuri parafinoase, la care s-a măsurat și viscozitatea (tabela 2).

TABELA 9

**Punctul de inflamabilitate a unor amestecuri de uleiuri parafinoase**

| Nr. | Compoziția, % gr. | | | | Punctul de inflamabilitate, °C | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ulei ușor | ulei mediu | ulei greu | ulei rezidual | experimental | calculat |
| 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 190,5 | |
| 2 | 0 | 100 | 0 | 0 | 229,5 | |
| 3 | 0 | 0 | 100 | 0 | 254,0 | |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 100 | 315,0 | |
| 5 | 80,5 | 19,5 | 0 | 0 | 192 | 192,7 |
| 6 | 58,5 | 41,5 | 0 | 0 | 198 | 196,5 |
| 7 | 39,0 | 61,0 | 0 | 0 | 200 | 201,5 |
| 8 | 23,0 | 77,0 | 0 | 0 | 210 | 208,3 |
| 9 | 78,6 | 0 | 21,4 | 0 | 193 | 193,3 |
| 10 | 58,8 | 0 | 40,2 | 0 | 196 | 197,6 |
| 11 | 37,5 | 0 | 62,5 | 0 | 202 | 203,9 |
| 12 | 21,5 | 0 | 78,5 | 0 | 216 | 215,1 |
| 13 | 83,5 | 0 | 0 | 16,5 | 191 | 192,4 |
| 14 | 69,8 | 0 | 0 | 30,2 | 193 | 194,0 |
| 15 | 51,5 | 0 | 0 | 48,5 | 198 | 196 |
| 16 | 16,6 | 0 | 0 | 83,4 | 218 | 215,6 |
| 17 | 0 | 75 | 25 | 0 | 236 | 237,6 |
| 18 | 0 | 51,75 | 48,25 | 0 | 236 | 236,3 |
| 19 | 0 | 24,5 | 75,5 | 0 | 247 | 245,8 |
| 20 | 0 | 74,7 | 0 | 25,3 | 237 | 235,6 |
| 21 | 0 | 50,4 | 0 | 49,6 | 245 | 243,7 |
| 22 | 0 | 24,75 | 0 | 75,25 | 263 | 262,7 |
| 23 | 0 | 0 | 77,9 | 22,1 | 258 | 258,9 |
| 24 | 0 | 0 | 50,65 | 49,35 | 266 | 268,3 |
| 25 | 0 | 0 | 18,25 | 81,75 | 293 | 293,1 |
| 26 | 28,0 | 21,6 | 50,4 | 0 | 211 | 208,0 |
| 27 | 24,0 | 52,0 | 24,0 | 0 | 209 | 208,95 |
| 28 | 51,8 | 22,5 | 25,7 | 0 | 200 | 198,3 |
| 29 | 33,5 | 31,8 | 34,7 | 0 | 205 | 204,6 |
| 30 | 24,3 | 22,2 | 0 | 53,5 | 210 | 207,6 |
| 31 | 28,0 | 49,0 | 0 | 23,0 | 206 | 205,9 |
| 32 | 48,3 | 24,5 | 0 | 27,2 | 200 | 198,0 |
| 33 | 36,5 | 31,2 | 0 | 32,3 | 202 | 201,6 |
| 34 | 22,3 | 0 | 25,2 | 52,5 | 206 | 203,5 |
| 35 | 25,2 | 0 | 53,0 | 21,8 | 210 | 210 |
| 36 | 53,0 | 0 | 22,0 | 25,0 | 197 | 197,1 |
| 37 | 31,4 | 0 | 35,1 | 33,5 | 204 | 205,2 |
| 38 | 0 | 26,0 | 24,4 | 49,6 | 254 | 253,5 |
| 39 | 0 | 25,0 | 49,5 | 25,5 | 248 | 249,2 |
| 40 | 0 | 50,2 | 23,9 | 25,9 | 249 | 241,1 |
| 41 | 0 | 33,5 | 35,5 | 31,0 | 244 | 246,9 |
| 42 | 9,9 | 20,3 | 30,7 | 79,1 | 226 | 225,2 |
| 43 | 38,4 | 31,0 | 20,7 | 9,9 | 201 | 202,2 |
| 44 | 26,0 | 27,4 | 23,6 | 23,0 | 208 | 207,8 |

Punctele de inflamabilitate calculate cu ecuația (13) pentru amestecurile cu compoziția indicată în primele coloane ale tabelei 9, sînt date în ultima coloană din aceeași tabelă, iar datele experimentale sînt date în penultima coloană. Eroarea pătratică medie, calculată din datele din tabela 9 este 2°C, iar eroarea maximă este 3°C, precizia ecuației (13) este apropiată de precizia datelor experimentale.

În afară de variația viscozității și a punctului de inflamabilitate cu compoziția, la toate amestecurile studiate (de uleiuri parafinoase) s-a mai determinat densitatea la 20°C, culoarea, indicele de cocs (Conradson), punctul de congelare și indicele de viscozitate.

Pentru fiecare din ultimele proprietăți s-a încercat să se elaboreze o metodă de calcul similară cu cea descrisă pentru viscozitate și punctul de inflamabilitate. Rezultatele experimentale — a căror prezentare nu s-a considerat necesară — pot fi rezumate în felul următor :

Variațiile de volum la amestecarea uleiurilor sînt neglijabile și densitatea amestecurilor se poate calcula suficient de precis din aditivitatea volumelor. Variațiile de volum care apar la amestecarea hidrocarburilor lichide (13, 14, 15), ca ordin de mărime afectează cea de a patra cifră semnificativă din valoarea densității, de aceea aproximația liniară asigură un grad de precizie satisfăcător pentru programare.

În cazul amestecurilor binare de doi componenți, primul cu o culoare mică (sub 2 pe scara Union) și cel de al doilea cu o culoare mare (peste 6 pe scara Union), culoarea amestecului variază aproximativ liniar cu compoziția. La amestecuri multicomponente abaterile de la liniaritate sînt de același ordin de mărime cu gradul de reproductibilitate a metodei; de aceea folosirea unei ecuații mai precise decît o ecuație liniară nu este justificată.

Observații similare se pot face și în cazul indicelui de cocs și a punctului de congelare.

Spre deosebire de toate proprietățile discutate ale uleiurilor, care pot fi incluse în modelele de programare sub forma ecuației (25), indicele de viscozitate al amestecurilor de uleiuri apare ca o proprietate cu totul aparte, din punctul de vedere care interesează aici. Încercările de a reda relația indice de viscozitate — compoziție, la amestecurile studiate în cadrul lucrării de față, cu ajutorul ecuației (25) sau cu numeroase alte tipuri de ecuații algebrice, s-au soldat cu eșec. Nici măcar în cazul mai simplu al amestecurilor binare nu s-a reușit să se exprime datele experimentale cu ajutorul vreunei ecuații algebrice simple — datorită „risipirii" datelor experimentale pe un cîmp excesiv de larg. Deși interesantă problema aditivității indicelui de viscozitate a fost relativ puțin studiată (12).

Concluzia studiului de față este că această proprietate nu poate fi inclusă într-un model de programare pentru amestecuri de uleiuri. Motivul este următorul: cele mai precise metode — grafice sau algebrice — nu permit decît estimarea a cel mult două cifre semnificative din valoarea viscozității cinematice a amestecului; cea de a treia cifră semnificativă fiind nesigură. Cum indicele de viscozitate este definit de două valori ale viscozității, definit cu trei cifre semnificative (cea de a patra fiind nesigură), este evident că nu este posibil să se reprezinte în mod consistent, ca un sistem unitar de ecuații viscozitatea și indicele de viscozitate, cu același grad de precizie.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Maurin, H. și Abadic, I. Programmation Lineaire Applique, Ed. Technip, Paris, 1967.
2. Wilson, O. G. Natl. Petroleum News mai 1929, p. 87.
3. Cragoe, P. S. Proc. World Petroleum Congress, **II**, London, 1933, p. 29.
4. Partington, I. R. An Advancer Treatise on Physical Chemistry Ed. Longmans, London, 1949.
5. Rahmes, M. H și Nelson, W. L. Anal. Cehm. **20**, nr. 10, 1949, p. 912.
6. Lederer, N. L. Proc. World Petroleum Congress, **II**, London, 1933, p. 26.
7. Etherington, L. D. D.Sc. Thesis, Mass. Inst. of Technology, aug. 1948.
8. Maxwell, I. B. Data Book on Hydrocarbons ed. 5, Van Nostrand, New-York 1958.
9. Stearne, R. F. ș.a. Flow Measurement with Orifice Meters, Ed. Van Nostrand, New-York, 1951.
10. Umstatter, H. Raport nr. 32, Astra Romana, Ploiești, 1938.
11. Wickey, R. O. și Chittenden, D. H. Hydroc. Proc. **42**, nr. 6, 1963, p. 156.
12. Whuitier, P. Le Pétrole-Raffinage et Genie Chimique, Ed. Technip, Paris, 1965.
13. Conolly E. Ind, Eng. Chem. **48**, nr. 4, 1956, p. 814.
14. Reeves, I. Petroleum Proc. april. 1952, p. 478.
15. Reeves, I. Petroleum Refiner **33**, nr. 6, 1954, p. 137.


# INFORMAȚII TEHNICO—ECONOMICE

**La Glenmavis**, lîngă Coatbrige, Lanarkshire, s-a pus în funcțiune o instalație de gaz natural lichefiat. Pentru prima dată în Anglia, s-a lichefiat gazul natural prin refrigerare la —160°C forat din Marea Nordului și s-a stocat în tancuri mari pentru a putea fi folosite în perioada de vîrf din timpul iernii.

Principalul avantaj al acestei metode de înmagazinare este acela că gazul natural lichid ocupă numai 6% din volumul combustibilului gazos.

Astfel, un singur tanc de depozitare de 46 m înălțime și 46 m diametru, conține 20 000 t de LNG. Ele sînt cele mai mari din Europa.

**Esso Chimie** a dat în funcțiune o nouă fabrică de rășini la port Jerome. Uzina, cu o capacitate de aproximativ 10 000 t/an, realizează un produs din seria rășinilor, Escorez 5 000, unul dintre cele mai importante rășini oferite curent industriei de către Esso Chemical. Noua uzină folosește procese tehnologice elaborate de secția de cercetări a companiei Esso Chemical, și anume Esso Research S.A. din orașul Diegem, Belgia.

**Institutul American de petrol** a arătat că aproximativ 17% din producția de petrol a Statelor Unite provine din mai puțin de 2% din întreaga suprafață a forajului marin, devenită disponibilă pentru concensiuni.

În timpul ultimului sfert de secol, 14 000 de sonde marine au fost instalate pe fundul mării.

**Recordul atins de numărul de autovehicule din Anglia** — 15,5 mil. — a contribuit la mărirea taxei de automobilism în anul 1971. Taxa de combustibil, taxele de licență și taxa de cumpărare au totalizat 1951 mil. lire.

Din statisticile publicate de către Federația Britanică de Drumuri, rezultă că acestea au reprezentat 13,3% din venitul anual constituind cea mai mare sursă națională de obținere a taxelor indirecte.

Numărul autovehiculelor înregistrate în timpul anului 1971 a atins cifra record de 1,3 mil. aproape cu 30% mai mult decît anul trecut. De asemenea a crescut numărul autovehiculelor britanice exportate cu 10% (1359 mil. lire în anul 1971), de patru ori valoarea autovehiculelor importate.

**Un grup japonez** a descoperit țiței în apropiere de orașul Niigata în vestul insulei Honshu, Japonia. La încercarea prin prăjini a produs cu un debit de 87,5 $m^3$/zi de la aproximativ 2 100—2 400 m.

**La probele** de producție făcute în șantierul Edda din zona norvegiană a Mării Nordului, s-a pus în evidență cel mai productiv șantier descoperit pînă în prezent în Marea Nordului. Sonda a produs 6 630 h/d = 950 tone/zi din două intervale din o secțiune de 85 m în formațiunile Paleocen-Danian și Cretacice, la o adîncime mai mare de 3 000 m. Amplasamentul sondei este situat la 12 km spre sud-vest de șantierul Ekofisk, în care sînt instalate în prezent echipamente permanente de foraj și producție.

# DOCUMENTARE

Lipatov, V. I. ş.a. **Cu privire la determinarea regimului critic de curgere a fluidelor de foraj şi a pastelor de ciment.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 11, noiemb. 1972, p. 27.

Se arată că numeroasele date experimentale obţinute de diferiţii autori în cadrul cercetării curgerii fluidelor de foraj şi a pastelor de ciment, prezentînd caracteristici reologice esenţial deosebite, corespund complet satisfăcător curbei teoretice a relaţiei $Re_{crt}(H_e)$. Pentru rezolvarea problemelor practice de tehnologie a forajului se recomandă calcularea vitezei critice după formula $W_{crt} = 25\sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$ în limitele de variaţie a parametrului Hedstrom cuprins între $2.10^1 \leq He \leqslant 1.6 \cdot 10^5$.

Justeţea recomandărilor formulate se confirmă prin cercetările fizice cu ajutorul anemometrului a structurii fluxului fluidelor de foraj cu regimuri caracterizate prin apariţia şi dezvoltarea pulsaţiilor turbulente.

Fatalev, M. D. ş.a. **Cercetarea influenţei comune a vitezei de pătrundere a poansonului, a presiunii şi lichidului asupra proprietăţilor plastice şi de rezistenţă a rocilor şi asupra proporţiilor zonei de dislocare.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 11, noiemb. 1972, p. 12.

Pentru alegerea metodei optime de foraj, a programului de tubaj, a construcţiei raţionale a sculei de dislocare a rocilor, precum şi a regimului ei de lucru, în cazul săpării în unităţi stratigrafice individualizate, este necesară cunoaşterea proprietăţilor plastice şi de rezistenţă a rocilor ce urmează să fie dislocate, a ariei şi volumului lor.

Se ştie că la forajul cu sapele cu role, dislocarea rocilor se petrece în condiţiile de presiune, temperatură ridicată şi mediu lichid cu viteze de pătrundere a dinţilor sapei ce ajung pînă la 2—3 m/s. De aceea, determinarea proprietăţilor rocilor pentru astfel de condiţii de dislocare prezintă un anumit interes ştiinţific şi practic.

În lucrare se examinează influenţa vitezei de deformaţie asupra comportării rocilor în condiţiile de presiuni şi medii lichide.

Se constată, că proprietăţile de rezistenţă a rocilor cresc în cazul cînd viteza de deformaţie devansează viteza de pătrundere a lichidului în pori, deoarece roca în aceste condiţii suportă presiunea hidrostatică totală cu micşorarea totodată a volumului de dislocare. În cazul, însă, cînd devansează viteza de filtraţie a lichidului, atunci presiunea hidrostatică se echilibrează şi volumul de rocă dislocată creşte.

Mamedov, A. A. **Cu privire la sarcina dinamică exercitată asupra coloanei în timpul perforării sondei.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 11, noiemb. 1972, p. 14.

În cursul perforării sondelor, pereţii coloanei de burlan din zona filtrului sînt supuşi la acţionarea undei de şoc, la care vîrfurile de presiune sînt suficiente ca mărime să provoace ruperea coloanei sau formarea fisurilor. Dar este cunoscut faptul că încărcările dinamice se caracterizează nu numai prin mărimea presiunii de vîrf, dar şi prin durata acţiunii undei de şoc, respectiv prin impulsul său specific. Cunoscînd mărimea impulsului specific al undei de şoc, se poate prevedea starea coloanei după perforare şi alege dinainte burlanele şi tipul perforatoarelor, care să asigure integritatea coloanelor după perforare.

În lucrare se determină teoretic valoarea impulsului specific al undei de şoc, exercitat asupra peretelui coloanei de burlane la perforarea ei cu diferite tipuri de perforatoare. Se admite soluţia unidimensională, ţinînd seama de faptul că valoarea impulsului specific pe direcţia transversală este totdeauna mai mare decît pe direcţia longitudinală sau oricare alte direcţii.

Pentru determinarea maximului de presiune s-a plecat de la unda de şoc principală, a cărei durată de exercitare asupra peretelui coloanei se deduce din ecuaţiile Euler de mişcare a lichidului incompresibil.

De asemenea pentru calculul mărimii duratei maxime de exercitare a acţiunii undei de şoc asupra peretelui coloanei, precum şi a impulsului ei specific se propun formele corespunzătoare.

Arhipov, I. G. ş.a. **Forajul dirijat-înclinat cu o abatere de 2 453 m a tălpii sondei.** În : Burenie, nr. 11, noiemb. 1972, p. 3

Se descrie tehnica şi tehnologia forajului dirijat-înclinat al sondei 1 Odoptu-more, de pe malul Mării Ohotsk a insulei Sahalin, care la adîncimea pe verticală de 2 262 m a realizat o abatere orizontală de 2 453 m, prezentînd un unghi mediu de înclinare de 45° şi o lungime totală de gaură de 3 404 m. Este un record al Uniunii Sovietice pentru sonde dirijate cu cea mai mare abatere de la verticală a tălpii. Săparea dirijată a sondei era impusă de descoperirea unor structuri cu perspective pentru ţiţei şi gaze, aflate în zona terigenă (platformă continentală) a Mării de Ohotsk din partea de nord-est a insulei Sahalin, soluţionarea mai multor probleme legate de această descoperire cerînd forarea unor sonde înclinate cu abateri pînă la 3000 — 4000 m de la verticală.

Sonda 1 s-a forat în 3 216 ore cu o viteză de lucru de 764 m/i.l., viteză mecanică de 10,69 m/oră şi avansare de 25,6 m/sapă în 133 marşuri şi 319 ore de lucru a sapei pe talpă. Operaţiile de introducere-extragere au necesitat 38,5% din timpul calendaristic. Durata mare a manevrelor se datorează operaţiilor înclinometrice, care în cazul unghiurilor mari de înclinare a găurii, necesită introducere suplimentară a garniturii de foraj, ca să se ajungă prin ea în partea deschisă a găurii cu electrodele geofizice, care astfel, prin propria lor greutate nu descind singure în această parte a sondei. Durata mare a operaţiilor auxiliare, 40,7% din timpul calendaristic, se datorează aceleiaşi cauze. Sonda s-a forat fără accidente de fund, timpul neproductiv însumînd în total 4,4% (140 ore) din timpul calendaristic pentru reparaţii şi aşteptări.

Derebizov, G. F. ş.a. **Aplicarea regimurilor de foraj cu apăsări axiale mari pe sape de diametru mare.** În : Burenie nr. 11, noiembrie 1972, p. 9.

Din anul 1970 pe unele cîmpuri ale Uniunii Sovietice, s-a adoptat o nouă tehnologie de foraj a găurii pentru tubarea în sonde a coloanelor tehnice. Elementul principal al acestei tehnologii constă în forarea cu masa şi apăsări mari (de 3 — 5 ori mai mari ca la forajul cu turbină) axiale pe sapa de 394 mm diametru pentru coloana tehnică de 325 mm. Pentru a preveni devierea mare a găurii sondei, se lucrează cu o componenţă specială, rigidă a părţii de jos a garniturii de foraj, şi anume : deasupra sapei alternează trei stabilizatoare-corectoare spirale de 392 mm diametru cu 3 prăjini grele de 254 mm în lungime de 8 — 12 m, alte trei stabilizatoare-corectoare spirale de 295 mm diametru cu 3 prăjini grele de 254 mm în lungimi de 12—5 m, apoi un tronson de 90—100 m prăjini grele de 229 mm şi altul de 50 — 75 m lungime cu diametru de 203 mm după care urmează prăjinile de foraj de 141 mm. Forajul cu apăsări de 30 — 35 t şi viteze de rotaţie de 50 — 110 rot. min, a permis mărirea de 30 — 35 ori a avansării pe sapa de 394 mm în comparaţie cu cele de 295 şi 269 mm folosite la forajul cu turbina şi de 1,6 — 2,5 ori viteza de marş. S-a redus mult costul pentru 1 m săpat.

Berejnoi, A. I. ş.a. **Experienţa cimentării fără material de îngreunare a coloanei tehnice în sonde cu presiuni de strat anormal de ridicate.** În : Burenie, nr. 11, noiemb. 1972, p. 23.

Pentru cimentarea coloanelor în sonde cu presiuni de strat ridicate, se utilizează paste de ciment tratate cu materiale de îngreunare. Se prezintă procedeul de preparare a pastei

de ciment cu greutate specifică ridicată fără utilizarea materialelor de îngreunare. Îngreunarea pastei de ciment se obţine prin prepararea ei cu apă puternic mineralizată cu ClNa, ceea ce permite reducerea factorului A/C, dar cu păstrarea pompabilităţii necesare a pastei. Pentru o reducere şi mai mare a conţinutului de apă în pastă şi deci o mărire suplimentară a greutăţii specifice a pastei de ciment, ea se tratează cu borhot sulfit alcoolic condensat. Cu aceste măsuri se obţin paste de ciment cu greutăţi specifice de 2,05 — 2,15 g/cm$^3$, fără să mai fie necesară utilizarea materialelor de îngreunarei.

K a t e n e v, E. P. ş.a. **Paste de cimentare cu filtraţie redusă pentru cimentarea sondelor cu temperaturi ridicate şi ape de strat puternic mineralizate.** În : Burenie, nr. 11, noiemb. 1972, p. 24.

Se descrie acţiunea diferiţilor reactivi de plastificare asupra pastelor de ciment nesărate şi sărate. Se prezintă rezultatele cercetărilor unei noi paste de ciment rezistentă la săruri şi temperatură, cu filtraţie redusă, în compoziţia ei intrînd apa de preparare, 2% amidon tratat şi 2% hidrochinonă.

Se prezintă datele privind influenţa diferiţilor factori (cantitatea de amidon tratat, hidrochinonă, conţinutul diferitelor săruri) asupra proprietăţilor pastei de ciment şi a cimentului întărit (filtraţia, răspîndirea, consistenţa, rezistenţa mecanică), de unde rezultă că pasta de ciment cercetată este recomandabilă în cazul temperaturilor pînă la 160—180°C.

A l e k s e e v, M. V. **Prognoza rezultatelor cimentării în talpă a stratelor cu influx.** În : Burenie, nr. 11, noiemb. 1972, p. 35.

În baza analizării experienţei acumulate şi a generalizării teoretice se încearcă aplicarea metodei grafice de prognoză pentru punerea în ordine a lucrărilor legate de reducerea cheltuielilor de timp şi de mijloace materiale în combaterea complicaţiilor provocate de pierderile de fluid în stratele cu influx în timpul forajului sondelor.

În acest scop se propun trei criterii : coeficientul permeabilităţii remanente $K_1$, cantitatea şi calitatea amestecului de obturare $G_c$ şi mărimea presiunii de refulare a amestecului în stratul absorbant $\Delta P_r$ şi se construieşte nomograma, care leagă toate trei criteriile. Nomograma se compune din patru părţi : sus în dreapta — se determină coeficientul $K_1$ ; jos, în dreapta, se determină $G_c$ ; jos în stînga, se rezolvă problema prognozării cimentării în talpă, cu evidenţierea a două zone : subzonă cu stratul absorbant pregătit pentru a trece la circulaţie cu noroi după cimentare ($\Delta P_r \geqslant 40$ kgf/cm$^2$) şi subzonă care necesită reperarea cimentării în talpă ($\Delta P_r \leqslant 40$ kgf/cm$^2$), iar sus în stînga se determină cantitatea şi tipul amestecului de obturare pentru o eventuală repetare a operaţiei de cimentare.

Precum se vede criteriul hotărîtor pentru prognoza rezultatelor cimentării în talpă a stratelor cu influx, ales în nomogramă, este mărimea presiunii de refulare a amestecului de obturare în strat în cursul cimentării în talpă.

D i e m e r, E ş.a. **Arzătoare fără fum folosite la probele de producţie ale sondelor marine** În : World Oil **175**, nr. 5, oct. 1972, p. 85

La probele de producţie ce se execută la sondele marine, o problemă grea o constituie marile cantităţi de apă şi noroi ce sînt produse o dată cu ţiţeiul şi care trebuie evacuate fără a produce poluări ale mediului înconjurător. Cea mai bună metodă constă în arderea acestor ţiţeiuri impure pentru care s-au construit diferite tipuri de arzătoare, care ard fără fum ţiţeiul produs, dar numai la debite reduse.

În prezent societatea franceză Flopetrol a creat un arzător special ,,Sea dragon'' care poate arde pînă la 1600 m$^3$/d ţiţei conţinînd apă, noroi şi particule solide, fără a produce fum. El a fost încercat cu succes în Marea Nordului.

Arzătorul funcţionează bine la debite variind între 50 şi 1600 m$^3$/d. Dispozitivul fiind uşor, el poate fi montat pe o grindă în consolă în afara punţii platformei de producţie.

Arzătorul este constituit din următoarele componente :

*1* — un atomizor care pulverizează ţiţeiul sub formă de mici picături;

*2* — un focar central în jurul atomizorului;

*3* — un inel cu duze pentru injectarea de apă;

*4* — un dispozitiv de aprindere de la distanţă cu ajutorul scînteilor unei bujii, folosind gaze de sondă.

Atomizorul de ţiţei acţionează atît mecanic (trecere prin fante tangenţiale), cît şi pneumatic prin injecţie de aer comprimat într-o cameră prin care se trece ţiţeiul deja atomizat mecanic, pentru a desăvîrşi formarea de picături extrem de mici (mai ales la debite reduse de ţiţei). După aceea produsul trece printr-o duză finală înainte de a lua foc.

În jurul bazei flăcării se găseşte o ţeavă inelară cu duze prin care se injectează în flacără, apă sub mare presiune. Rolul acestei injecţii este dublu : *1* — de a reduce mult căldura radiată de arzător ; *2* — de a modifica combustia, eliminînd formarea unui fum gros şi negru. Aceasta se datoreşte măririi turbulenţei flăcării sub acţiunea picăturilor de apă ce pătrund în ea, antrenînd aer şi împiedicînd formarea unor lanţuri de particule de carbon.

Modul de injecţie a apei are o mare importanţă, cele mai bune rezultate obţinîndu-se la rapoarte apă/ţiţei de 1,2 la 1,5 în funcţie de gradul de atomizare a apei injectate. Dacă ea este prea fin divizată, se produce un nor neeficient de abur, iar dacă apa este pulverizată în picături mai mari atunci cade sub formă de ploaie antrenînd picături de ţiţei nears, producînd astfel poluări. Un exces de apă produce un nor gros şi cenuşiu de fum.

Arzătorul este instalat la capul unei grinzi extensibile care-l poate menţine la 20 m de puntea platformei. Arzătorul se poate roti cu 80° la extremitatea grinzii pentru a putea fi orientat convenabil faţă de direcţia vîntului.

Pentru injectarea ţiţeiului se foloseşte presiunea din separator sau o pompă auxiliară care lucrează la un debit maxim de 1600 m$^3$/d. La 160 m$^3$/d presiunea necesară este de 3,5 at şi creşte la 20 at la un debit de 1600 m$^3$/d. Aerul comprimat în procesul de atomizare, furnizat de compresoarele de pe bord, trebuie să aibă un debit minim de 9,8 Nm$^3$/min la 7 at (se cer debite mai mari de aer atunci cînd debitul de ţiţei este redus). Apa de mare injectată prin inelul cu duze trebuie să aibă un debit de 1,2—1,5 ori mai mare ca acel de ţiţei (la 21 at).

Experienţa făcută în Marea Nordului cu un ţiţei cu densitatea 0,9 şi viscozitate 128 cSt a dat rezultate bune.

B l e a k l e y, W. B. **Prima sondă submarină instalată în mediu uscat.** În : Oil Gas, **70**, nr. 43, 23 oct. 1972, p. 64.

Shell Oil Co. în combinaţie cu Lockheed Petroleum Service Ltd, a montat prima instalaţie de exploatare submarină în mediu uscat, în blocul 290 Main Pass, în largul coastelor Louisianei, în ape adînci de 114 m.

La sonda respectivă, s-a montat capul de erupţie, s-au legat conductele de amestec, s-au instalat valvele de reglare şi aparatele de automatizare, totul fiind gata la jumătatea lunii septembrie, anul 1972.

Urmează legarea conductelor de amestec la o platformă de exploatare care are rolul de a extrage cu ajutorul unor scule speciale dirijate prin liniile de amestec, dopurile din tubing şi a amplasa ventilele de siguranţă, pentru a pune soda în producţie.

Toate lucrările s-au executat de echipe care au lucrat fără costume speciale la presiunea atmosferică.

Operaţiile au decurs după cum urmează. La început, la capul de coloană a sondei forate cu o instalaţie plutitoare, s-a fixat camera de lucru ($\varnothing$ = 3 m, înălţime 9 m), prevăzută cu un tambuchiu la partea superioară. $\varnothing$ capsulă de scufundare $\varnothing$ = 3 m, menţinută la presiunea atmosferică şi ghidată de un cablu legat de camera de lucru, fixată la acest tambuchiu permitea trecerea personalului din capsulă în camera de lucru, pentru a executa lucrările necesare. Duratele de şedere a echipelor de lucru erau de circa 10 h. Capul de erupţie după ce a fost montat (cu elementele transportate în capsule de scufundare) s-a legat cu conducta de amestec, a cărui cap, prevăzut cu un dop special, a fost tras de un vinciu, din camera de lucru printr-un orificiu special amenajat.

Această conductă de amestec face legătura între capul de erupție și platforma de exploatare situată la 1,6 km depărtare de sondă.

Conducta de amestec este în realitate un fascicul care cuprinde 4 conducte $2^3/_8$ in, o conductă $1^1/_4$ in, 34 conductori electrici și un mic furtun hidraulic. Două conducte $2^3/_8$ in se leagă la cele două tubinguri din sondă (pentru a putea lucra prin sistemul de intervenție prin linia de amestec), iar a 3-a va servi pentru o eventuală gazliftare a sondei (sonda are tubingurile deja echipate cu ventile de gazlift).

Conducta $1^1/_4$ in este folosită, pentru eventuale comenzi hidraulice. Furtunul hidraulic servește la umplerea rezervoarelor de acumulare cu un fluid sub presiune pentru comanda robinetelor capului de erupție. Conductorii electrici servesc la telecontrolul și telemăsura sondei.

Lucrările care mai rămîn de făcut pentru realizarea unui sistem de exploatare complet submarin sînt următoarele: Într-o primă etapă, în 1974 se va instala o cameră submarină conținînd o claviatură la care se va lega conductele de amestec a mai multor sonde submarine.

În 1975 se va instala, ca ultimă fază, o cameră submarină conținînd instalații de separație, măsură și pompare a țițeiului spre țărm.

**Expansiunea în Europa de Est a Conductei Prieteniei (East Europe expanding Druzhba line).** În: Oil Gas **70**, nr. 42, 16 oct. 1972, p. 96.

Țările socialiste din Estul Europei sînt pe punctul de a dubla capacitatea Conductei Prieteniei care transportă țiței în R.P. Polonă, R.D.G., R.S.C. și R.P.U. Capacitatea de transport a acestei conducte va atinge 160 000 m³/d la sfîrșitul anului 1975 (față de o medie de 54 000 m³/d în primii zece ani de funcționare. Ultima porțiune realizată din această conductă de 320 km dintre Uzhgorod (Ukraina de vest) spre marea rafinărie ungară de Szazhalombata (pe Dunăre, în aval de Budapesta). Această ramură de 24 in ocolește teritoriul Cehoslovac și trece pe la rafinăria ungară Lenivaras (9 600 m³/d) pe Tisa, în curs de construcție. Capacitatea acestui racord este de 32 000 m³/d. Pînă în acest moment, R.P.U. primea 16 000 m³/d prin conducta 12 in de la Sahy (sudul RSC) spre Szazhalombata. În 1973—1974 se va realiza tronsonul Schwedt-Leuna (RDG). Porțiunea importantă rămasă de executat este sectorul de 1 200 km de la Kuibișev (Volga) la Unecha de unde se va desprinde o nouă ramură spre rafinăria Polotska. Ea va fi de 48 in față de 40 in cît a avut conducta inițială. Ea va fi gata în acest an, dar nu va funcționa la capacitatea integrală decît în 1975 din cauza rămînerii în urmă a execuției stațiilor de pompare.

Conducta inițială a Prieteniei (5 300 km) a început să transporte țiței în 1968 și ea a livrat pînă în prezent 75 mil. m³ în RSC, 55,5 mil. m³ în R.D.G, 40 mil. m³ în R.P.P. și 29 mil. m³ în R.P.U. Ea a înlocuit un parc de 60 000 vagoane cisterne și de 1500 locomotive suplimentare. Economiile realizate au acoperit pînă acum de trei ori costul conductei, cîștigul anual fiind de circa 360 mil. $.

Bowers, J. H. **Coloane de tubaj din fibră de sticlă pentru sonde de injecție.** În: **World Oil 175**, nr. 5, oct. 1972, p. 124.

Soc. Shell Oil Co., a folosit cu succes la 51 de sonde de injecție, linere lungi de 150 m din fibră de sticlă, în formațiunea Denver din șantierul Wasson (Texas). În afară de acestea, la șase sonde din aceeași regiune s-a folosit la partea inferioară a unor coloane de 7 in, prelungiri de același diametru, lungi de 120 m, din fibră de sticlă, pentru tubarea unor noi sonde de injecție.

Aceste țevi de fibră de sticlă se introduc și se cimentează ca și burlanele de oțel. Ele nu au suferit la curățirea cimentului din ele cu sape cu role și au fost perforate cu jet, prin ele făcîndu-se acidizări cu HCl fără a suferi degradări.

Prima lor întrebuințare s-a făcut la o serie de sonde de injecție la care formațiunea era netubată. Din cauza acțiunii dizolvante a apei asupra unor bancuri de anhidridă, stratele intercalate de dolomită se dărîmau. Trebuia deci introduse linere care să reziste la acțiunea corosivă a apei cu conținut de oxigen.

S-a comparat atunci folosirea următoarelor materiale: țevi de oțel acoperite cu substanțe plastice, țevi din fibră de sticlă, de aluminium și de securaloy. Pe baza cercetărilor făcute s-a constatat că fibra de sticlă era materialul cel mai indicat; costul unui liner de 1500 m × $3^1/2$ in nedepășind decît cu 1000 $ costul unui liner din oțel obișnuit, care nu dura însă decît doi ani.

Pentru a evita corodarea restului echipamentului, trebuia să izoleze capul linerului printr-un packer, însă nu se putea introduce în linerele de fibră de sticlă, pachere cu pene de oțel.

În acest scop după curățirea găurii de sondă, țevile de fibră de sticlă în lungime de 150 m s-au introdus la adîncimea de 1 580 m (temperatura de fund 40°C) cu un agățător obișnuit cu dispozitiv de reținere. Linerul era prevăzut cu un sabot de ghidaj cu găuri laterale. Pentru cimentare s-a folosit ciment de clasa H, saturat cu sare. Pentru a asigura o mai bună aderență, exteriorul epoxidic al linerului, fiind foarte puțin rugos, a fost sablat.

Linerele au fost probate la puț la o presiune de suprafață de 105 at, înainte de perforare. S-au folosit foratoare obișnuite cu jet, cu șarje profilate. După perforare s-a executat o acidizare selectivă folosind un pacher dublu de separație.

Asamblarea țevilor de fibră de sticlă, cu elemente de oțel, s-a făcut ușor, ele fiind prevăzute cu filete API normale cu 8 filete rotunjite pe inci.

În prezent se fabrică țevi din fibră de sticlă și de $5^1/_2$ și 7 in.

*** **O navă destinată combaterii incendiilor pe mare.** În: Petroleum Engineer **44**, nr. 10, sept. 1972, p. 14.

S-a conceput și s-a contractat construcția unei nave special destinată combaterii incendiilor la instalațiile petroliere marine. Red I va fi un șlep autopropulsat (cost 7—9 mil $) prevăzut cu o macara rotativă de 150 t și un sistem complet de combatere a incendiilor. Nava este astfel concepută ca să poată interveni, în timpul cel mai scurt, la locul accidentului. În acest scop baza sa este amplasată strategic, la revărsarea fluviului Atchafalaya în Golful Mexic (Louisiana). Cînd această navă nu va fi folosită pentru stingerea incendiilor ea va putea fi utilizată pentru o serie de alte operații, ca: salvări, reparații de conducte submarine, îndepărtarea epavelor etc.

Construcția este de tipul catamaran (cocă dublă) semisubmersibilă, cu o punte superioară avînd dimensiunile 53 × 46 m, și o parte extensibilă în consolă, cu 23 m. Această extensiunea a punții este prevăzută cu un scut termic și ajutaje de stropire cu bătaie mare. Pe ea se poate instala o turlă cu capacitate de ridicare de 150 t. Pentru echilibrarea sarcinilor în consolă, datorite punții extensibile, nava este prevăzută cu un sistem de compensare de 200 t. Puterea instalată pe navă se ridică la 6 400 CP, din care 5 600 CP pentru propulsie (2 elici), ea putîndu-se deplasa cu o viteză de 8 noduri (14,8 km/h).

Fixarea navei pe o locație se face prin 4 ancore de cîte 9 t, prevăzute fiecare cu lanț de 900 m (ancorare în ape cu adîncime maximă de 180 m).

La probă se află instalat postul de comandă și control pentru dirijarea operațiilor. În fiecare cocă de catamaran sînt amplasate camerele de balast și pompele de stingere (stropire și alimentare pentru generatoarele de spumă). Nava are instalație radar și sondaj submarin cu sonar. În partea submersă a structurii, la o adîncime de 7,5 m, deci în afară de zona de turbulență, este prevăzută o deschidere pentru trecerea scufundătorilor, operația putîndu-se face pe orice vreme.

Nava este prevăzută și cu un sistem de recuperare a țițeiului răspîndit pe suprafața mării, pentru combaterea poluării marine.

Miller, Ronald T. **Creșterea numărului instalațiilor de lichefiere a gazelor naturale în S.U.A. și Canada.** În: Oil Gas J. **70**, nr. 41, 9 oct. 1972, p. 82.

Industria gazului natural lichefiat a luat amploare extrem de mare în ultimii ani în S.U.A. și Canada, datorită cererii crescînde de resurse energetice. Numărul uzinelor de GNL

care era de 6 în 1968 a trecut în prezent la 100, iar capacităţile de stocare au ajuns în acest interval de timp de la 168 mil. $m^3$ la 1,34 mrd. $m^3$. Aproape toate aceste instalaţii sînt proiectate pentru acoperirea vîrfurilor de consum de gaze în timpul iernii. S-au dezvoltat în special uzinele satelit de GNL, cuprinzînd instalaţii de stocare şi revaporizare, GNL-ul fiind adus prin cisterne automobile. Cincizeci de astfel de instalaţii vor funcţiona iarna viitoare mai ales în N-E SUA, unde aprovizionarea cu gaze naturale prin conducte nu se poate face. Rezervoarele de stocare se construiesc în diferite moduri în funcţie de capacitatea lor: 1— rezervoare mici (7,6—240 $m^3$) fabricate în uzină sub formă de cilindri orizontali cu izolaţie prin vid între pereţi dubli; 2— rezervoare mijlocii (6 000 — 96 000 $m^3$), construite pe loc sub formă de cilindri verticali, cu pereţi dubli, capac în formă de dom şi fund plat; 3—rezervoare mari sub formă de rezervoare semiîngropate din beton pretensionat (pînă la 144 000 $m^3$). Pierderea prin evaporare este în medie de 0,001% pe zi la recipienţi mici şi pînă la 0,04% pe zi pentru cei mari. Sistemele de vaporizare variază de asemenea în funcţie de stocaj. Pentru stocaje mici, vaporizarea se face prin tuburi cu aripioare încălzite de mediul ambiant prin convecţie naturală, ajutată la temperaturi atmosferice reduse de — 5°C de un încălzitor auxiliar. Pentru instalaţiile mari s-au folosit încălzitoare cu încălzire indirectă sau cu fluid de încălzire intermediar.

Lichefierea gazelor se face prin instalaţii cu expandoare sau cicluri în cascadă, cu refrigerenţi micşti sau cu azot. Eficienţa acestor instalaţii a crescut pe măsură ce proprietăţile termodinamice ale metanului lichid au fost mai bine cunoscute. Cantităţile lichefiate au variat de la 420 000 $m^3$/d în 1965 la 4,3 mil. $m^3$/d în 1972 şi va atinge 5,3 mil. $m^3$/d în 1975.

*** **Nou zăcămînt în Mexic.** În: Pétrole informations nr. 1253, 1972, p. 11.

În Mexic s-a descoperit un nou zăcămînt în concesiunea Arenque, la 30 km în largul coastelor mexicane, în faţa localităţii Tampico.

Această descoperire este cu atît mai interesantă, cu cît confirmă existenţa unor alte zăcăminte în această regiune. Explorarea acestui zăcămînt se face cu două platforme situate la o distanţă de 5,5 km.

Producţia globală a acestei regiuni este de 440 t/zi, din care 56 t/zi provin din noul zăcămînt.

*** **Încălzirea conductelor prin cabluri electrice.** În: Pétrole informations nr. 1254, 1972, p. 39.

În conductele de transport ale păcurei grele din depozitul de la Galway a fost instalată o reţea de conducte electrice pentru încălzire.

Încălzirea interioară a conductelor este mai eficientă decît încălzirea exterioară; în afară de aceasta, conductele interioare sînt ferite de deteriorarea datorită şocurilor.

Faţă de încălzirea cu abur, acest sistem este mai economic atît ca investiţii, cît şi ca întreţinere. Conductele sînt izolate printr-o acoperire minerală învelită cu un strat de cupru, de cupru-nichel, de oţel moale sau de oţel inoxidabil.

*** **Leeţie de estetică industrială.** În: Pétrole informations nr. 1254, 1972, p. 10.

Una dintre caracteristicile rafinăriei de la Vernon este protecţia contra noxelor directe sau indirecte mergînd pînă la „nocivitatea vizuală", ceea ce a făcut să i se acorde premiul Institutului francez de estetică pe anul 1972, pentru eforturile ca acest complex, atît de productiv, să se integreze armonios în peisagiu.

Graţie unei alegeri judicioase a vopselelor folosite, ansamblul se estompează perfect în culorile naturii. Astfel, rezervoarele vopsite în culori mergînd de la culoarea bej la verde închis sînt asimilabile cînd cu terenul, cînd cu centura de păduri care izolează rafinăria de mediul înconjurător, formînd un ecran de 100 m lăţime contra zgomotului şi a mirosurilor.

Rafinăria de la Vernon este o concretizare a preocupărilor din ultimii ani pentru protejarea mediului înconjurător.

*** **Producţia zăcămîntului Frigg pentru Marea Britanie.** În: Pétrole Informations nr. 1255, 1972, p. 28.

Deoarece o parte din zăcămîntul de gaze naturale Frigg — circa o zecime din rezervele globale — este situată în zona britanică a Mării Nordului, Gas Council negociază ca producţia acestui zăcămînt să fie adusă prin conductă pe coasta britanică la Frasenbrugh, în apropiere de Peterhead.

Rezervele zăcămîntului Frigg sînt estimate provizoriu la 290 miliarde $m^3$, ceea ce va permite o producţie de 14—15 miliarde $m^3$/an, care va acoperi consumul britanic în anul 1975.

În această porţiune a Mării Nordului costul pozării unei conducte submarine este foarte ridicat, 3 000 000 franci/km, deci 900—1060 mil. franci pentru întreaga conductă, la care se adaugă costul platformei şi a instalaţiilor de producţie, precum şi a staţiei terminale de pe ţărm, adică 1,8 miliarde franci.

*** **Petrolul în Libia.** În: Pétrole informations nr. 1253, 1972, p. 24.

Printre proiectele industriei petroliere în Libia în curs de realizare în cursul acestui an, se menţionează:

— Rafinăria de la Zavia, cu o capacitate de 3 000 000 t/an, a cărei construcţie, începută în anul 1971, va fi terminată în curînd şi pentru care au fost cheltuite în acest an 4 517 670 lire libiene.
— Rafinăria de la Tobruk cu o capacitate de 6 500 000 — 7 500 000 t/an, a cărei construcţie este încă în studiu şi pentru care s-au atribuit 500 000 lire libiene.
— Un laborator central şi o uzină de amestecuri de uleiuri la vest de Tripoli.
— Un complex petrochimic proiectat la Marsa Brega care cuprinde o uzină de metanol cu o capacitate de 1 000 t/zi şi o unitate de producere a amoniacului cu o capacitate de 1 000 t/zi.
— Depozite pentru stocarea produselor finite la Zavia şi Tripoli, conducte de transport care vor fi în curînd pozate.
— Studiile geologice în centrul bazinului Sirtei vor fi continuate; se proiectează studierea zonei între Sirta şi Brega pe de o parte, Zelten-Reguba la sud-est şi podişul Waddan la vest; de asemenea se studiază bazinul de la Ghadames.

*** **Explorări geofizice în Artica.** În: Pétrole informations nr. 1253, 1972, p. 24.

Guvernul federal canadian şi şase societăţi petroliere au încredinţat Comisiei geologice din Canada efectuarea de releveuri geofizice în bazinul Sverdrup, în lungul unui traseu pornind de la peninsula Sabina pe insula Melville pînă la insula Lougheed şi insula Regele Cristian.

Aceste lucrări geofizice vor fi prelungite pînă la Coasta de vest a insulei Axel Heiberg.

Comisia Geologică din Canada va presta servicii ştiinţifice şi tehnice pentru 100 000 dolari, iar fiecare societate petrolieră va contribui la cheltuielile necesitate de acest studiu, cu 50 000 dolari. Datele obţinute vor fi ţinute secrete timp de patru ani; ele vor putea fi vîndute însă pentru suma de 75 000 dolari.

*** **Rafinarea în Republica Federală Germania.** În: Pétrole informations nr. 1252, 1972, p. 25.

Capacitatea de rafinare a Republicii Federale Germania, în prezent de 133 Mt/an, va creşte la 170 Mt înainte de anul 1975 şi la 207 Mt înainte de anul 1978, prezentînd o reducere a investiţiilor pînă în anul 1975, datorită greutăţilor actuale pricinuite de protejarea mediului înconjurător şi de reducerea beneficiilor.

Expansiunea pe care o va lua din 1976 va depinde în special de evoluţia acestor doi factori. Conform estimărilor socie-

tăţii Esso, rafinăriile vest germane, cu un coeficient de exploatare de 90%, au produs, în anul 1972, 113 Mt şi vor produce în anul 1975, 145 Mt, iar în anul 1978, 186 Mt.

Importul de produse petroliere nu creşte direct cu deficitul capacităţii de rafinare, dat fiind caracterul special al pieţei germane în care cererea de distilate medii este foarte mare şi nu ar putea fi acoperită decît obţinîndu-se alte produse în cantităţi excedentare.

*** **Centru internaţional al industriei care studiază protejarea mediului înconjurător.** În : Pétrole informations nr. 1253, 1972, p. 9.

Organizaţiile industriale, naţionale şi internaţionale care au participat la Conferinţa Naţiunilor Unite asupra mediului înconjurător la Stockholm, în anul 1971, au decis să facă încă un pas către coordonarea acţiunii lor în acest domeniu cu programul Naţiunilor Unite în ceea ce priveşte mediul înconjurător.

În acest scop s-a constituit un grup de lucru format din reprezentanţi ai organizaţiilor internaţionale industriale, ai federaţiilor naţionale şi ai Camerei de comerţ internaţionale, pentru a pregăti crearea unui centru internaţional al industriei pentru protejarea mediului înconjurător.

Această decizie a fost luată la Paris în cursul unei reuniuni organizate din iniţiativa Camerei internaţionale de comerţ şi la care au participat aproape 15 organizaţii internaţionale, numeroşi delegaţi ai federaţiilor naţionale şi membrii Comitetului pentru mediul înconjurător ai Camerei internaţionale de comerţ.

*** **Rafinarea în U.R.S.S.** În : Pétrole informations nr. 1252, 1972, p. 12.

În planul cincinal sovietic 1971—1975 se alocă suma de 8,3 miliarde ruble pentru dezvoltarea industriei de rafinării şi a petrochimiei. Datorită intensificării producţiei, modernizării instalaţiilor şi creării de noi rafinării, capacitatea de rafinare a crescut cu 40—45%.

Creşterea producţiei este întovărăşită de creşterea calităţii produselor rafinate. Obiectivele principale sînt : producerea păcurilor cu conţinut scăzut de sulf, a carburanţilor cu indice octanic ridicat, a hidrocarburilor aromatice şi a gazelor de sondă lichefiate, creşterea producţiei de lubrifianţi prin darea în funcţiune de noi unităţi.

# ÎNFORMAŢII TEHNICO—ECONOMICE

**În U .R.S.S.** în primele zece luni ale anului 1972, producţia de petrol a fost de 327 mil. t (cu 6,9% mai mult decît în aceeaşi perioadă a anului 1971) şi 182 miliarde m³ gaze naturale (cu 5,6% mai mult faţă de 1971).

**În Norvegia** în Marea Nordului, Norske Shell a descoperit petrol şi gaze naturale în prima sondă forată la vest de Ekofisk. Noua sondă, denumită Albruskjell 1 a produs în ritmul de 150 t/zi de la o adîncime de 80 m.

**În Irak** au început lucrările de dezvoltare a zăcămîntului Luhais în regiunea al Ahwar, în sudul ţării.

**U.R.S.S.** este a doua ţară din lume producătoare de petrol, după S.U.A.

În anul 1975, producţia de petrol se va ridica la 500 mil. t, iar producţia de gaze naturale la 32 miliarde m³.

**În China** conform statisticilor prezentate la ONU, în anul 1971 s-au produs 25 500 000 t de petrol (cu 27% mai mult decît în anul 1970).

**În U.R.S.S.** a fost descoperit un nou zăcămînt de gaze naturale în Siberia Occidentală în apropiere de Tarko Salie, situate între două zăcăminte descoperite anterior, dintre care unul are o producţie de un milion m³.

**În Siria** a început exploatarea industrială a unor rezerve bogate de gaze naturale în nord estul ţării care vor fi folosite ca sursă de energie pentru centralele destinate exploatării petrolului şi electrificării zonelor rurale.

**În U.R.S.S.** rezervele de gaze naturale sigure sînt de 15 000 miliarde m³ ceea ce face ca U.R.S.S. să fie prima ţară din lume producătoare de gaze naturale.

Evaluările privind posibilităţile actuale de exploatare a gazelor naturale dau o cifră de 82 000 miliarde m³, deci cantitatea de rezerve mondiale de petrol găsite pînă în prezent.

**În Kuweit**, capacitatea rafinăriei de la Shuaita (dată în funcţiune în anul 1968 cu o capacitate de 4 250 000 t/an) a atins capacitatea de 6 000 000 t/an, urmînd a fi mărită în viitor la 9 000 000 —10 000 000 t/an.

**Bulgaria** urmează să importe în anul 1975, din U.R.S.S., 10 mil. t petrol şi 3 000 mil. m³ gaze naturale.

**În Emiratul Sharjah**, experţii afirmă că producţia zăcămîntului de petrol descoperit în largul insulei Abur Mussa va atinge 15 000 000 t/an.

**În Irak** se va construi o rafinărie cu o capacitate de 1 500 000 t/an la Hammal al Ali la 22 km la sud de Mosul pe malul de vest al Tigrului.

Această rafinărie pentru care s-a încheiat un acord de cooperare tehnică cu U.R.S.S., va costa 11 mil. dinari irakieni (33 430 000 dolari) şi va fi aprovizionată cu petrol de la Kirkuk printr-o conductă de 170 km lungime. Rafinăria, care va cuprinde o unitate de distilare cu o capacitate de 1 500 000 t/an, o unitate de desulfurare catalitică cu o capacitate de 610 000 t/an şi o unitate de tratare a benzinelor, cu o capacitate de 183 000 t/an, va fi dată în funcţiune în cursul anului viitor.

**În sectorul norvegian** al Mării Nordului s-au terminat încercările la sonda Heindall nr. 1, la care s-au obţinut debite de 956 000 m³/zi gaze naturale şi 987 m³/zi condensate dintr-un rezervor superior. De asemenea în timpul încercărilor efectuate în straturi separate, la o adîncime mai mare, s-au obţinut petrol şi gaze naturale. Pentru a se putea determina posibilităţile de producţie din diferitele rezervoare întîlnite sînt necesare forări suplimentare.

**Placed International Oil** a încheiat un contract cu un consorţiu vest german pentru livrarea a 6,5 miliarde m³ de gaze naturale pe o durată de 24 de ani. Livrarea gazelor naturale provenite din sectorul olandez al Mării Nordului va începe la 1 ianuarie 1975. Totalul livrat va depăşi cantitatea de 120 miliarde m³, cu o valoare de 7 miliarde dolari.

**În Canada**, El Paso Natural Gaz a început să studieze proiectul unei conducte naturale din zăcămintele din Alaska pînă la o uzină de lichefiere a lor situată în sudul Alaskei, de unde ar urma să fie expediate cu vase metaniere spre coasta de vest a Statelor Unite.

Se pare că acest proiect este economic şi satisfăcător pe plan ecologic ; el ar necesita investiţii de 2 miliarde dolari pentru instalaţiile din Alaska plus un miliard de dolari pentru flota de metaniere şi instalaţiile din S.U.A.

**În urma studiilor efectuate** pentru aprovizionarea cu gaze naturale a Alpilor Maritimi, Ministerul Dezvoltării a aprobat proiectul pentru pozarea unei

conducte de transport al gazelor naturale din regiunea Aix en Provence pînă la uzina din Cannes, urmînd ca ulterior să fie pozată o conductă şi între Vannes şi Nisa.

**În Siria**, producţia de petrol în anul 1971 a fost de 5 800 000 t (faţă de 4 600 000 t în anul 1970); în anul 1972, a fost de 6 340 000 t, în acest an se prevede o producţie de 8 000 000 t şi în 1975, 15 000 000 t. Capacitatea de transport a conductei Karatciuc — Tartus a fost extinsă la 8 000 000 t/an.

**În S.U.A.** se proiectează construirea unui complex petrolier şi chimic la Vacherie, la 65 km în amonte de Noul Orleans pe malul fluviului Mississippi, care va costa 120 mil. dolari. Aprovizionarea cu petrol a rafinăriilor se va face fie prin conducte, fie prin şlepuri. Lucrările vor fi gata la sfîrşitul anului viitor.

**În Canada** se va construi o rafinărie cu o capacitate de 5 000 000 t/an la Come By Chance, în Terra Nova. Investiţiile se vor ridica la 155 mil. dolari.

**În Libia** se va construi conducta de produse finite Zania-Tripoli, de 60 km lungime şi 84" diametru, care va costa 10 milioane dinari libieni.

**În Nicaragua** se va construi un mare complex petrolier în insulele Caraibilor, care va costa 1 500 mil. dolari. Complexul va cuprinde o rafinărie cu o capacitate de 12 500 000 t/an, un depozit de 900 000 t şi o conductă de 250 km lungime pentru aprovizionarea rafinăriei cu petrol din Alaska şi din America de Sud.

**În S.U.A.** a fost dată în funcţiune prima uzină de lichefiere a gazelor naturale, cu o capacitate de lichefiere de 100 mil. m³ şi care poate transforma din nou în gaze 600 mil. m³/an. Uzina dispune de un rezervor de 50 000 m³.

**În Iran** acordul încheiat cu Japonia pentru exportul de gaze naturale prevede două etape:

Între o primă fază, uzina proiectată la Kangan va produce 8 miliarde m³/an, în cea de a doua fază, 12 miliarde m³/an. Construcţia uzinei va începe în acest an şi va fi complet terminată trei ani mai tîrziu. Uzina şi instalaţiile din Iran vor costa 700 mil. dolari, iar flota de vase metaniere va costa un miliard de dolari.

**În Canada** se prevede că producţia de petrol va depăşi în acest an 100 mil. t. În anul 1972, a fost de 92 500 000 t (cu 16% mai mult decît în anul 1971).

**În Gabon** sonda Doreec Marine 1 a dat un debit de 12 m³/h de petrol de 0,861 densitate şi 33°API la adîncimi de 2232—2237 şi 2245—2249 m.

**În U.R.S.S.** la uzina de desulfurare a gazelor naturale de la Orenburg se va adăuga un ansamblu de epurare a gazelor reziduale compus din trei unităţi de desulfurare identice cu o capacitate de tratare a fumurilor de 76 800 m³/oră.

**In U.R.S.S.** importante cantităţi de gaze naturale sînt livrate pe coasta Mării Baltice prin conducta de gaze naturale de 1600 km lungime şi 48" diametru între Valdai şi Riga. Gazele naturale provin din zăcămîntul de la Vuktilskoie descoperit în 1964 în apropiere de Petchova, care are o producţie de 14 miliarde m³/an şi rezerve de 365 miliarde m³.

**In Finlanda**, societatea de stat finlandeză Naste Cy a terminat al patrulea grup de caverne care constituie depozitul subteran de petrol cu o capacitate globală de 200 000 m³. Aceste caverne au fost săpate în stîncă, pe ţărmul mării, la o adîncime unde presiunea apei evită orice posibilitate de pierderi.

**In Etiopia** s-a descoperit petrol şi gaze naturale, în provincia Babe, în apropierea rîului Woyib, în sudul ţării. Cercetările continuă pentru a determina importanţa zăcămintelor.

**In U.R.S.S.** o nouă întreprindere de prospecţiuni Sevmorgeo a întreprins o serie de lucrări pentru a determina interesul pe care l-ar putea prezenta mările Barents şi Kara. Conform afirmaţiilor specialiştilor sovietici, fundul acestor mări ar constitui o prelungire a straturilor petrolifere şi gazeifere din Siberia occidentală.

**In U.R.S.S.** s-au început livrări de gaze naturale pe coasta Mării Baltice. Gazul este transportat pe o conductă recent completată din Valdai (între Moscova şi Leningrad) pînă în portul Riga. Aceasta este o extensiune a conductei de 1 600 km, de 48 in care aduce din şantierul Vuctilscoe aflat în colţul de nord-est a zonei europene a U.R.S.S.-ului.

Acest şantier a fost descoperit în anul 1964 în apropiere de rîul Peciora în Republica Sovietică Socialistă Autonomă Komi, aproape de extremitatea nordică a munţilor Urali; poate produce pînă la 15 miliarde m³/an avînd o rezervă sigură de 366 miliarde m³.

**Compania franceză de studii şi construcţii TECHNIP** — a încheiat un contract în vederea măririi capacităţii rafinăriei Sacor la Porto, în Portugalia, la 3,3 mil. t/an.

Acest proiect completează marele număr de rafinării proiectate şi construite de către TECHNIP în întreaga lume.

**Philips** va cumpăra ţiţei Algerian Sonatrach, o companie aparţinînd guvernului Algerian şi Compania Petrolieră Phillips, au semnat un acord pentru vînzarea prin Sonatrach, companiei Phillips, a ţiţeiului algerian.

**Texaco Oil Aktiebalag**, a obţinut 19,9% din participarea considerabilă a firmei „SCONRAFF", creată pentru construirea şi darea în funcţiune a unei rafinării la Lysekil, pe coasta de vest a Suediei.

Capacitatea iniţială de prelucrare va fi de cel puţin 140 000 b. şi va produce, în special, combustibil cu conţinut redus de sulf şi benzine cu conţinut redus de plumb.

Texaco va avea dreptul să prelucreze în rafinărie o cantitate de ţiţei ce va reprezenta 50% din capacitatea de prelucrare.

Revista PETROL şi GAZE. Redacţia: Bucureşti, Calea Plevnei, 139, telefon 49. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. telefon 49. 59. 25. Calea Plevnei 139 cont 640 301-14. Banca Naţională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8. Taxele poştale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I. P. I. c. 2539

14 330

# geomin

FOREIGN TRADE COMPANY ● SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202
BUCHAREST — ROMANIA ● TELEPHONE: 49.24.25
TELEX 011242

GEOMIN ensure the development of mineral deposits by supplying complete installations operating at the world level of technology and applying techniques of high efficiency. By means of their specialized institutes and highly skilled staff they can carry out:

- geological surveys and explorations, technological research and studies in their own laboratories and pilot plants ;
- feasibility studies for different types of deposits ;
- general and working designs for mining projects and non-ferrous metalworking, as well as ancillary works (land planning, water catchment, railways and highways, power stations storehouses, accommodations for personnel etc.);
- Technical assistance and training of personnel for operating the installations supplied

GEOMIN also supply mining equipment for open cast and underground exploitations as well as the equipment and machines necessary for dressing plants and non-ferrous metallurgy.

GEOMIN also provide for the oil extractions industry:

- Synthesis studies or the appraisal of oil and gas reservoirs;
- Exploration programmes;
- Geological surveys;
- Geophysical prospecting;
- Structural drilling;
- Drilling of exploration and development wells;
- Designs, deliveries; production facilities (tank farms, pipelines etc.)

# RAFINARIA

## PRODUCE:

— PARA—XILEN de puritate 99,2% pentru fabricarea fibrelor sintetice poliesterice,

— ORTO—XILEN de puritate 99,6% pentru fabricarea anhidridei ftalice,

— ETIL—BENZEN de puritate 99,6% pentru fabricarea stirenului;

— BENZEN, TOLUEN, META—XILEN şi o gamă largă de hidrocarburi parafinice uşoare pentru industria chimică şi pentru uzul casnic.

## LIVREAZĂ:

- *benzine super auto şi avio*
- *combustibili pentru motoare cu reacţie*
- *petroluri şi motorine superioare*
- *hidrocarburi aromatice de înaltă puritate*
- *gaze lichefiate pe bază de repartiţii*

E 1145

# PETROL ȘI GAZE

4

APRILIE 1973
Vol. 24, p. 193—260
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

PGAZAC
24 (4) 193—260 (1973)

# RAFINARIA

## PRODUCE:

— PARA — XILEN de puritate 99,2% pentru fabricarea fibrelor sintetice poliesterice,

— ORTO — XILEN de puritate 99,6% pentru fabricarea anhidridei ftalice,

— ETIL — BENZEN de puritate 99,6% pentru fabricarea stirenului;

— BENZEN, TOLUEN, META — XILEN şi o gamă largă de hidrocarburi parafinice uşoare pentru industria chimică şi pentru uzul casnic.

## LIVREAZĂ:

- *benzine super auto şi avio*
- *combustibili pentru motoare cu reacţie*
- *petroluri şi motorine superioare*
- *hidrocarburi aromatice de înaltă puritate*
- *gaze lichefiate pe bază de repartiţii*

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

## CUPRINS

VOL. XXIV, Nr. 4
aprilie 1973

N. Năstăseanu şi D. Paraschiv: **Prezenţa depozitelor carbonifere în sudul Dobrogei** 199—204

I. Ana, L. Mititeanu şi T. Pitea: **Unele aspecte în legătură cu utilizarea fluidelor de foraj la sondele de mare adîncime** 205—209

C. Busuiocescu: **Forajul cu turbina lentă, perfecţionare tehnică a forajului cu turbina convenţională** 210—220

H. I. Ene: **Un principiu de reciprocitate pentru medii poroase neomogene** 221—224

R. Brătianu, P. Eftimescu şi N. Petre: **Tendinţe actuale în construcţia pompelor de extracţie** 225—233

Al. Constantinescu şi S. Tătaru: **Acţiunea corosivă a apelor reziduale sărate şi unele consideraţii privind dezaerarea prin stripare cu gaze naturale** 234—237

L. Orăşanu: **Contribuţii la studiul uleiurilor minerale provenite din ţiţeiuri parafinice** 238—242

M. Ilisei, N. Moşescu, M. Stănescu şi L. Popa: **Aspecte ale evaluării calităţii uleiurilor de motoare** 243—247

*** **Producţia şi exportul de utilaj petrolier din R.S. România** 248—252

**Realizări din industrie** 253—254

**Documentare** 254—257

**Informaţii tehnico-economice** 257—258

**Recenzii** 258—259

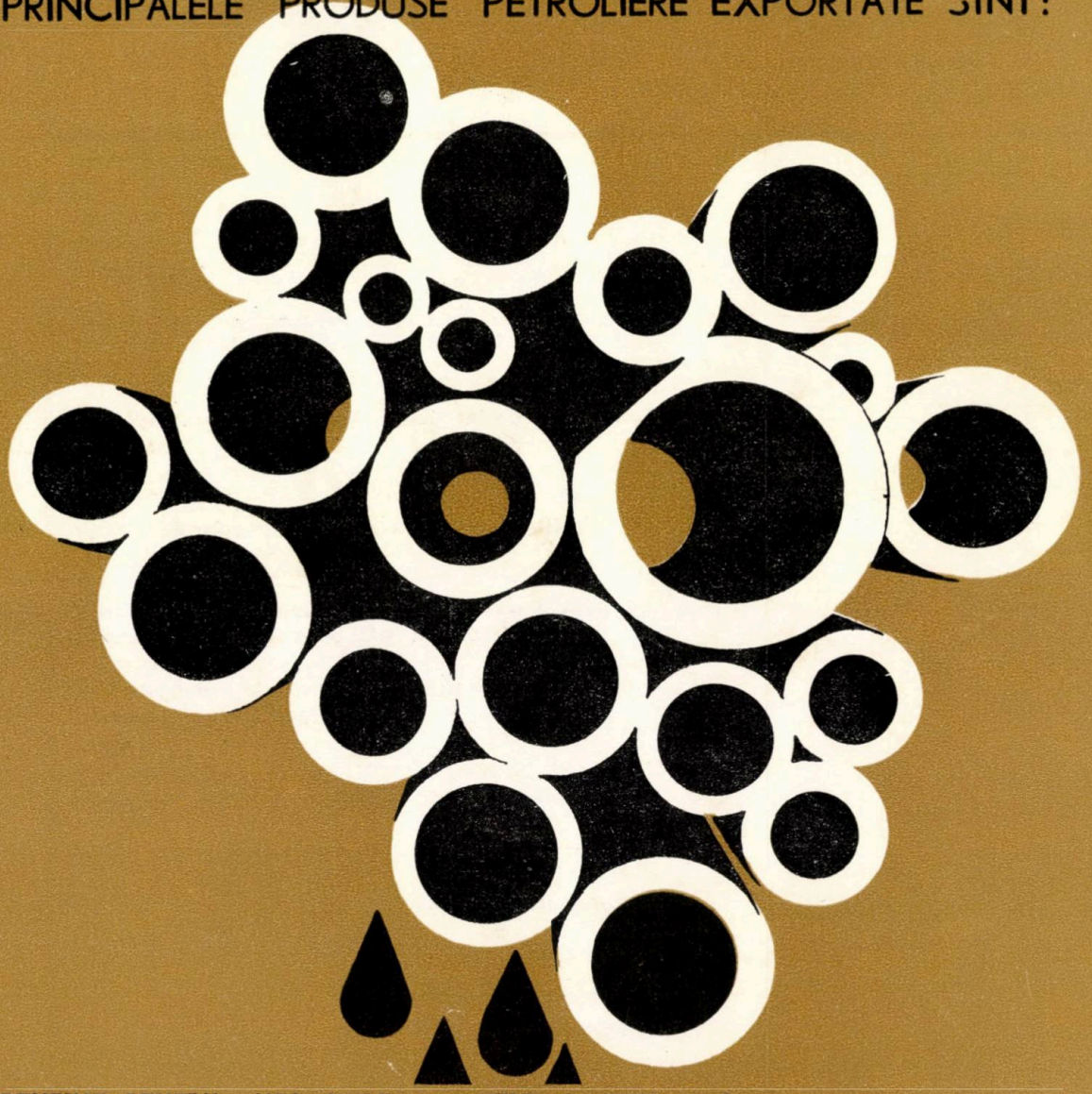
# CHIMPEX

## CONSTANŢA

**Str. Caraiman nr. 2, Telex 014273, telefon 11316, sau 24320**

*Se ocupă de realizarea exportului şi importului de produse chimice şi petroliere pentru porturile Constanţa, Brăila, Galaţi, Giurgiu*

## PRINCIPALELE PRODUSE PETROLIERE EXPORTATE SÎNT:



BENZINE PENTRU AUTOMOBILE ■ BENZINE PENTRU AVIOANE ■ PETROL PENTRU TRACTOARE ■ COMBUSTIBIL DIESEL ■ COMBUSTIBIL DIESEL, pentru nave maritime şi fluviale ■ PETROL LAMPANT ■ COMBUSTIBIL PENTRU TURBOREACTOARE — produse caracterizate prin puritate, stabilitate chimică şi volatilitate rapidă şi completă ■ COMBUSTIBIL PENTRU ÎNCĂLZIRE ■ O GAMĂ FOARTE VARIATĂ DE ULEIURI LUBRIFIANTE ■ UNSORI CONSISTENTE ■ BITUM INDUSTRIAL ■ PARAFINĂ ■ PRODUSE PETROLIERE din procese secundare de prelucrare a ţiteiului ■ SOLVENŢI PETROLIERI ■ BITUM PENTRU DRUMURI

## EXPORTĂM DE ASEMENEA:

HIDROCARBURI AROMATICE ■ VASELINE ■ ULEIURI ALBE

*ALTE PRODUSE:*

— ***Acetat de vinil monomer, anvelope, acid acetic, acetat de vinil, B naftol, bachelită, bicarbonat, bicromat, coloranţi carbid (diverse sortimente), detoxan, extras de tanin, fibre poliester, nitrocalcar, polietilenă, plăci de celuloid, polistiren, negru de fum, sulfat de aluminiu, sulfat de sodiu, sodă caustică, uree, sodă grea etc.***

# CONTENTS


N. Năstăseanu, D. Paraschiv

**The Presence of Carboniferous Deposits in Southern Dobrodja** 199

I. Ana, L. Mititeanu, T. Pitea

**Some Aspects of the Drilling Fluid Utilization in High-Depth Wells** 205

C. Busuiocescu

**The Slow-Turbine Drilling as a Technical Improvement of Conventional-Turbine Drilling** 210

H. I. Ene

**A Reciprocity Principle for Non homogenous Porous Media** 221

R. Brătianu, P. Eftimescu, N. Petre

**Some Present Trends in the Construction of Extraction Pumps** 225

Al. Constantinescu, S. Tătaru

**The Corrosive Action of Residual Salt Waters and Some Considerations Regarding the Deaeration with Natural Gas Stripping** 234

L. Orăşanu

**Obtention of Motor Oils from Crude Oils, with Paraffinic Character** 238

M. Ilisei, N. Moşescu, M. Stănescu, L. Popa

**Aspects of the Estimation of the Quality of Motor Oils** 243



[illegible] 18


N. Năstăseanu, D. Paraschiv: **The Presence of Carboniferous Deposits in Southern Dobrodja**


A Visean micropaleontological association (foraminiferae) has been determined in one of the cores from the Well 13 Comana, consisting of diagenised organogenous limestones, pseudo-oolitic and dolomitic limestones. This represents the first paleontological argument demonstrating the existence of Lower Carboniferous in Southern Dobrodja.

Here, the Visean seems to be disposed directly over the Devonian, situation also found in Bulgaria, in some wells located near the Romanian border.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 199
D.C. 553.9


I. Ana, L. Mititeanu, T. Pitea: **Some Aspects of the Drilling Fluid Utilization in High-Depth Wells**


The programming of drilling fluids for obtaining high performances in the drilling activity of crude oil-and gas activity should take into consideration :

— the relation between the drilling fluids and the stability of well walls;

— the relation between the drilling fluids and the drillability of the traversed rocks;

— the assurance of thermic stbility.

The paper presents these aspects as well as the main trends in the practical turning to account of the results of research work in this field.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 205
D.C. 622.243.14


H. I. Ene: **A Reciprocity Principle for Non-homogenous Porous Media**


A reciprocity principle for the case of a whatever number of wells placed in a non-homogenous porous medium is demonstrated by means of the reciprocity formulas for adjunctive differential systems. The result given by Joselin de Jong are met with in the case of two wells.

The principle is checked in the case of some aquiferous strata separated by thin horizontal poorly permeable layers.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 221
D.C. 532.546: 622.24


R. Brătianu, P. Eftimescu, N. Petre: **Some Present Trends in the Construction of Extraction Pumps**


Some constructive modifications in pump parts and some new types of pumps designed and produced in view of their adaptation to the different working conditions in the wells are described.

The constructive modifications concern the following pump parts : sleeves, ball valves, cages and fixing devices. Several types of foreign and home-made pumps are presented on the basis of relevant literature and technical designs.

The constructive parts and the results obtained from the experiments are described for each pump.

The aim of this paper is to emphasize the necessity and the advantages of the use of these pumps.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 225
D.C. 622.226.53


Al. Constantinescu, S. Tătaru: **The Corrosive Action of Residual Salt Waters and Some Considerations Regarding the Deaeration with Natural Gas Stripping**


The action mechanism of the oxigen dissolved in residual waters on the identification of corrosion reactions is described. Some observations are made concerning the deaeration of these waters by natural gas stripping. It is considered that the deaeration by stripping can be used in a more advantageous way in the case of surface waters or of those with no bicarbonate content. The control of the efficiency of the deaeration installations can be easier made by measuring the corrosion speeds at the entrance and outlet of stripping columns.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 234
D.C. 628.843:620.193


M. Ilisei, N. Moşescu, M. Stănescu, L. Popa: **Aspects of the Estimation of the Quality of Motor Oils**


The main performance characteristics of motor oils are discussed, pointing out the particularly important rôle of antioxidant admixture in maintaining for a long time their detergent-dispersing properties.

A known method with carbon black has been used for estimating the dispersing properties of some motor oils with varied formulas, the results obtained being interpreted as a function of antioxidant admixture.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 243
D.C. 665.637.6

# СОДЕРЖАНИЕ


Н. Нэстэсяну, Д. Параскив

**Наличие угленосных отложений в южной Добрудже** 199

И. Ана, Л. Мититяну, Т. Питя

**Ряд аспектов в связи с использованием бурового раствора в скважинах большой глубины** 205

К. Бусуиоческу

**Бурение тихоходной турбиной техническое усовершенствование бурения условной турбиной** 210

Х. И. Ене

**Принцип взаимности для неоднородных пористых сред** 221

Р. Брэтиану, П. Ефтимеску, Н. Петре

**Современные тенденции в конструкции плунжерных нассов** 225

Ал. Константинеску, С. Тэтару

**Коррозирующее действие сточной солёной воды и некоторые соображения по дезаэрации путем отгонки легких фракций природным газами** 234

Л. Орэшану

**Получение моторных масел из нефти с парафиновым характером** 238

М. Илисей, Н. Мошеску, М. Стэнеску, Л. Попа

**Аспекты по оценке моторного масла** 243


Н. Нэстэсяну, Д. Параскив: **Наличие угленосных отложений в южной Добрудже**
В одном из кернов взятого из скважины 13 Комана, состоящего из диагенизированных органогенных известняков, псевдоолитических известняков и доломитов, определили микропалеонтологическое висеановое объединение (фораминиферы). Это является первым палеонтологическим аргументом, который доказывает наличие нижней угленосной формации в южной Добрудже. Кажется что сдесь висеанская формация расположена непосредственно над девонскими отложениями, положение существующее и в Болгарии в нескольких скважинах находящихся в близи границы с Румынией.
Petrol şi Gaze, **24,** nr. 4, 1973, p. 199
Д.К. 553.9

И. Ана, Л. Мититяну, Т. Питя: **Ряд аспектов в связи с использованием бурового раствора в скважинах большой глубины**
Программирование буровых растворов с целью получения наилучших результатов в деле бурения нефтяных и газовых скважин должно учитывыть:
— отношение между буровыми растворами и стабильность стенок скважин;
— отношение между буровыми растворами и буримостью проходимых пород;
— обеспечение термической стабильности;
В работе дается краткое обозрение этих аспектов, а также и основные тенденции относительно практического освоения результатов исследований в этой области
Petrol şi Gaze, **24,** nr. 4, 1973, p. 205
Д.К. 622.243.14

Х. И. Ене: **Принцип взаимности для неоднородных пористых сред.**
Демонстрируется при помощи формул взаимности для дифференциальных вспомогательных систем, принцип взаимности в случае некоторого числа скважин расположенных в пористой неоднородной среде. Для случая двух скважин приходят к результату достигнотому Жозелином де Жонгом. Принцип был проверен в случае нескольких водоносных формаций отделенных горизонтальными тонкими слоями очень слабо проницаемыми.
Petrol şi Gaze, **24,** nr. 4, 1973, p. 221
Д.К. 532.246:622.24

Р. Брэтиану, П. Ефтимеску, Н. Петре: **Современные тенденции в конструкции плунжерных насосов**
Излагаются несколько конструктивных изменений насосных частей и ряд новых типов насосов спроектированных и реализованных с целью приспособления их к различным условиям работ имеющихся в скважинах. Конструктивные изменения относятся к следующим частям насосов: рубашки, поршни, шариковые клапаны, сепараторы подшипника фиксирующие приспособления. Приводятся различные типы заграничных и отечественных насосов на основание специальной литературы и технических проектов. Для каждого насоса в отдельности описываются конструктивные части и результаты полученные при испытании. Настоящая работа задается целью выявить необходимость применения этих насосов и преимущества их использования.
Petrol şi Gaze, **24,** nr. 4, 1973, p. 225
Д.К. 622.276.53

Ал. Константинеску, С. Тэтару: **Коррозирующее действие сточной солёной воды и некоторые соображения по дезаэрации путем отгонки легких фракций природными газами.**
Описывается механизм действия кислорода растворенного в сточных водах на интенсификацию коррозийных реакций. Проводят наблюдения относительно дезаэрации этих вод путем отгонки легких фракций природными газами. Считают что дезаэрация путем отгонки легких фракций можно применять эффективнее для поверхностных вод, или для тех которые не содержат бикарбонаты. Контроль эффективности дезаэрационных установок можно точно определить путем измерения скорости коррозии при входе и выходе из отпарных колонн.
Petrol şi Gaze, **24,** nr. 4, 1973, p. 234
Д.К. 628.843:620.193

М. Илисей, Н. Мошеску, М. Стэнеску, Л. Попа: **Аспекты по оценке моторного масла.**
Обсуждаются основные характеристики моторных масел,выявляя особо важную роль антиоксилительной добавки для продолжительного сокращения их моюще-диспергирующих свойств. Применяли известный метод с сажей для оценки диспергирующих свойств ряда масел с разнообразными формулами, интерпретируя полученные результаты в зависимости от антиокислительных присадок.
Petrol şi Gaze, **24,** nr. 4, 1973, p. 243
Д.К. 665.637.6

# INHALT


N. Năstăseanu, D. Paraschiv

**Vorhandensein von Karbonlagerstätten in der Süd-Dobrudscha** 199

I. Ana, L. Mititeanu, T. Pitea

**Einige Aspekte in bezug auf die Anwendung der Bohrflüssigkeiten bei Tiefsonden** 205

C. BUSUIOCESCU

**Bohrung mit langsamlaufender Turbine, technische Vervollkommnung der Bohrung mit herkömmlicher Turbine** 210

H. I. Ene

**Wechselseitigkeitsprinzip für nichthomogene poröse Medien** 221

R. Brătianu, P. Eftimescu, N. Petre

**Gegenwärtige Tendenzen im Bau der Förderpumpen** 225

Al. Constantinescu, S. Tătaru

**Korrosionswirkung salzhaltiger Abwässer und einige Erwägungen in bezug auf das Entlüften mit Naturgasen** 234

L. Orăşanu

**Gewinnung von Motorenölen aus Rohölen mit paraffinischem Charakter** 238

M. Ilisei, N. Moşescu, M. Stănescu, L. Popa

**Bewertungsaspekte der Motoröle** 243


N. Năstăseanu, D. Paraschiv: **Vorhandensein von Karbonlagerstätten in der Süd-Dobrudscha**

In einem der Bohrkerne von der Sonde 13 Comana, bestehend aus diagenisiertem organogenem Kalkstein, pseudolithischem und dolomitischem Kalkstein wurde eine mikropaläontolohgische (foraminiferische) viseanische Verbindung ermittelt. Dies stellt ein erstes paläontologisches Argument für das Vorhandensein des Unterkarbons in der Süd-Dobrudscha dar. Hier scheint das Visean unmittelbar über dem Devon angeordnet zu sein, seine Lage, die auch in Bulgarien, an einigen Sonden in der Nähe der Grenze mit Rumänien festgestellt werden konnte.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 199
D.K. 553.9

I. Ana, L. Mititeanu, T. Pitea: **Einige Aspekte in bezug auf die Anwendung der Bohrflüssigkeiten bei Tiefbohrsonden**

Bei der Programmierung der Bohrflüssigkeiten im Hinblick auf die Erreichung überlegener Ergebnisse im Niederbringen von Erdöl-und Erdgasbohrungen müssen folgende Faktoren in Betracht gezogen werden : Beziehung zwischen den Bohrflüssigkeiten und der Stabilität der Bohrlochwandung; Beziehung zwischen den Bohrflüssigkeiten und der Bohrgüte des durchstossenen Gesteins; Gewährleistung der thermischen Stabilität. Die Arbeit gibt einen Überblick über diese Aspekte sowie die Haupttendenzen der praktischen Auswertung der Forschungsergebnisse in diesem Bereich.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4. 1973, p. 205
D.K. 622.243.14

H. I. Ene: **Wechselseitigkeitsprinzip für nichthomogene poröse Medien**

Mit Hilfe der Wechselseitigkeitsformeln für beigeordnete Differentialsysteme wird ein Wechselseitigkeitsprinzip für eine beliebige Anzahl von Sonden, die in einem nichthomogenen porösen Medium aufgestellt sind, erwiesen. Im Falle von zwei Sonden ist das von Joselin und Jong angeführte Ergebnis gültig. Das Prinzip wird an separaten wasserführenden, horizontal gelagerten, dünnen und wenig durchlässigen Schichten erprobt.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 221
D.K. 532.546:622.24

R. Brătianu, P. Eftimescu, N. Petre: **Gegenwartstendenzen im Bau der Förderpumpen**

Es werden einige bauliche Veränderungen der Pumpenbestandteile und einige neue Pumpentypen beschrieben, die für eine Anpassung an verschiedene Sondenbedingungen entwickelt und ausgeführt wurden. Die baulichen Veränderungen betreffen folgende Teile: Laufbuchse, Kolben, Kugelventil, Käfig und Halterungsvorrichtung. An Hand der Fachliteratur und technischer Entwürfe werden verschiedene in-und ausländische Pumpentypen erörtert. Bei jeder einzelnen Pumpe werden die Bauteile und die Testergebnisse dargelegt. Die Arbeit ist darauf ausgerichtet die Nützlichkeit und die Vorteile des Einsatzes dieser Pumpen hervorzuheben.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 225
D.K. 622.276.53

Al. Constantinescu, S. Tătaru: **Korrosionswirkung salzhaltiger Abwässer und einige Erwägungen in bezug auf das Entlüften mit Naturgasen**

Es wird die Einwirkungsweise des, in Abwässern gelösten Sauerstoffs auf die Intensivierung der Korrosionsreaktionen beschrieben. Die Verfasser behandeln das Problem der Entlüftung des Wassers durch Entgasung mit Naturgasen. Dieses Verfahren eignet sich in besonderer Weise für Oberflächenwasser und Abwässer ohne Bikarbonatgehalt. Die Wirksamkeit der Entlüftungsanlagen kann genau durch eine Messung der Korrosionsgeschwindigkeit am Ein-und Auslass der Entgasungskolonnen überprüft werden.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 234
D.K. 628.843:620.193

M. Ilisei, N. Moşescu, M. Stănescu, L. Popa: **Bewertungsaspekte der Motoröle**

Die Verfasser erörtern die hauptsächliche Leistungswerte der Motorenöle, wobei sie auf die besonders wichtige Rolle der Antioxydationszusätze und die verlängerte Beibehaltung der reinigenden und dispergierenden Eigenschaften dieser Zusätze hinweisen. Es wurde eine bekannte Methode auf Russbasis angewandt um die dispergierenden Eigenschaften einiger Motorenöle mit unterschiedlicher Formel zu bewerten. Die erzielten Ergebnisse stehen im Verhältnis zu den Antioxydationszusätzen.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 243
D.K. 665.637.6

# SOMMAIRE


N. Năstăseanu, D. Paraschiv

**La présence des dépôts carbonifères dans le Sud de la Dobroudja**

I. Ana, L. Mititeanu, T. Pitea

**Quelques aspects de l'utilisation des fluides de forage dans les sondes de grande profondeur** 205

C. BUSUIOCESCU

**Le forage à la turbine lente, perfectionnement technique du forage à la turbine conventionnelle** 210

H. I. Ene

**Un principe de réciprocité pour les milieux poreux non-homogènes** 221

R. Brătianu, P. Eftimescu, N. Petre

**Tendances actuelles dans la construction des pompes d'extraction** 225

Al. Constantinescu, S. Tătaru

**L'action corrosive des eaux résiduelles salées et certaines considérations sur a désaération par stripage aux gaz naturels** 234

L. Orăşanu

**Obtention des huiles pour moteurs à partir de bruts à caractère paraffinique** 238

M. Ilisei, N. Moşescu, M. Stănescu, L. Popa

**Aspects de l'évaluation de la qualité des huiles de moteurs** 243


N. Năstăseanu, D. Paraschiv: **La présence des dépôts carbonifères dans le Sud de la Dobroudja**

Dans l'une des carottes provenues de la sonde 13 Comana qui consiste en calcaires organogènes diagénisés, calcaires pseudo-oolitiques et dolomites, il a été déterminé une association micropaléontologique (foraminifères) viséenne. Cela constitue le premier argument paléontologique qui atteste l'existence du Carbonifère inférieur en Dobroudja du Sud.

Ici, le Viséen semble se disposer directement sur le Dévonien, situation signalée aussi en Bulgarie, dans quelques sondes forées à proximité de la frontière roumaine.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 199
C.D. 553.9


I. Ana, L. Mititeanu, T. Pitea: **Quelques aspects de l'utilisation des fluides de forage dans les sondes de grande profondeur**

Pour obtenir des résultats supérieurs dans l'activité de forage des sondes de brut et de gaz, la programmation des fluides de forage doit prendre en considération :

— la relation entre les fluides de forage et la stabilité des parois des sondes;
— la relation entre les fluides de forage et la forabilité des roches traversées;
— l'assurance de la stabilité thermique.

L'article fait une brève présentation de ces aspects, ainsi que des principales tendances de la mise en valeur pratique des résultats des recherches dans ce domaine.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 205
C.D. 622.243.14


H. I. Ene: **Un principe de réciprocité pour les milieux poreux non-homogènes**

On démontre à l'aide des formules de réciprocité pour des systèmes différentiels adjoints un principe de réciprocité pour le cas d'un nombre quelconque de sondes placées dans un milieu poreux non-homogène. On retrouve pour le cas de deux sondes le résultat donné par Joselin de Jong.

Le principe est vérifié dans le cas de certains aquifères séparés par des couches horizontales minces très peu perméables.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 221
C.D. 532.546:622.24


R. Brătianu, P. Eftimescu, N. Petre: **Tendances actuelles dans la construction des pompes d'extraction**

On expose quelques modifications constructives des pièces de pompes et certains nouveaux types de pompes projetées et réalisées en vue de leur adaptation à différentes conditions de travail existantes dans les sondes.

Les modifications constructives concernant les pièces de pompes suivantes: chemises, pistons, soupapes à bille, cages et dispositifs de fixation. On présente différents types de pompes étrangers et roumains à travers la littérature de spécialité et les projets techniques.

Pour chaque pompe, on décrit les parties constructives et les résultats obtenus à l'expérimentation.

La présente étude se propose de mettre en évidence la nécessité et les avantages de l'utilisation de ces pompes.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 225
C.D. 622.276.53


Al. Constantinescu, S. Tătaru: **L'action corrosive des eaux résiduelles salées et certaines considérations sur la désaération par stripage aux gaz naturels**

On décrit le mécanisme d'action de l'oxygène dissous dans les eaux résiduelles sur l'intensification des réactions de corrosion. On fait des observations sur la désaération de ces eaux par stripage aux gaz naturels. On estime que la désaération par stripage peut être utilisée d'une façon plus avantageuse dans le cas des eaux de surface ou de celles sans teneur en bicarbonates. Le contrôle de l'efficacité des installations de désaération peut être établi d'une manière plus sûre en mesurant les vitesses de corrosion à l'entrée et à la sortie des colonnes de stripage.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 234
C.D. 628.843:620.193


M. Ilisei, N. Moşescu, M. Stănescu, L. Popa: **Aspects de l'évaluation des huiles de moteurs**

On discute les principales caractéristiques de performance des huiles de moteurs et on met en évidence le rôle particulièrement important de l'additivation antioxydante dans le maintien prolongé des propriétés dispersantes de celles-ci. On a utilisé une méthode connue, à noir de fumée, pour estimer les propriétés dispersantes de certaines huiles de moteurs aux formules variées, les résultats obtenus étant interprétés comme étant en fonction de l'additivation antioxydante.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 4, 1973, p. 243
C.D. 665.637.6

# PREZENȚA DEPOZITELOR CARBONIFERE ÎN SUDUL DOBROGEI

N. NĂSTĂSEANU și D. PARASCHIV

Formațiunile geologice care aflorează în sudul Dobrogei aparțin Jurasicului, Cretacicului, Eocenului, Neogenului și Cuaternarului. Forajele efectuate în această regiune a țării au pus în evidență și depozite mai vechi, paleozoice și triasice.

Potrivit documentațiilor geologice elaborate pînă la data de 1.XII.1972, termenul cel mai nou aparținînd Paleozoicului din sudul Dobrogei, dovedit paleontologic, îl constituie Frasnianul. Fosile caracteristice Famenianului și Carboniferului n-au fost semnalate.

În ultimul timp, reluîndu-se studiul carotelor mecanice de la unele sonde, s-au găsit elemente microfaunistice noi. Este vorba, în primul rînd, de forajul 13 Comana. La această sondă, din intervalul 906—907 m, reprezentat prin calcare organogene diagenizate, calcare pseudooolitice și dolomite cenușii-brune, au fost determinate următoarele specii de foraminifere (planșele I și II):

*Ammodiscus turbulentus* Reitlinger
*Ammodiscus variabilis* Reitlinger
*Glomospira pusilliformis* Reitlinger
*Calcisphaera laevis* Williamson
*Calcisphaera pachysphaerica* (Pronina)
*Tuberitina bulbacca Galloway*, Harlton
*Tuberitina crafti* Reitlinger
*Tuberitina? rotundata* Reitlinger
*Palaeotextularia asper* Cooper
*Tetrataxis conica* Ehrember corect. Möller
*Globivalvulina granulosa* Reitlinger
*Endothyra bowmani* Phillips
*Endothyra excentralis* Cooper
*Endothyra orbiculata* Durkina
*Endothyra prisca* Rauzer-Chernoussova
*Endothyra tantula* Durkina
*Latiendothyra*, din grupa L. *parakosvensis* (Lipina)
*Quasiendothyra*, din grupa Q. communis
*Endothyranopsis crassa* (Brady)
*Omphalotus omphalota* (Rauzer-Chernoussova, Reitlinger)
*Archaediscus*, din grupa *A. chernoussovensis* Mamet
*Howchinia bradyana* (Howchin)
*Eostaffella?* discoidea (Girty)

Această asociație microfaunistică, cu certitudine paleozoică, caracterizează, totuși, formațiuni de vîrstă postfrasniană. O discuție asupra cîtorva specii identificate va permite aprecierea mai fundamentată a vîrstei calcarelor și dolomitelor de la adîncimea de 906—907 m.

Printre cele mai vechi forme determinate generic la sonda 13 Comana se numără *Latiendothyra*. Aceasta corespunde apariției endothyrelor sensu-stricto și este citată (Mamet, 1967), împreună cu *Quasiendothyra bella*, în prima dintre cele patru zone cu endothyre, specifice Eurasiei. În profilul-standard de referință de lîngă Avesnelles, primele endothyre apar la circa 100 m sub baza calcarelor de Etroengt.

În același profil de referință a fost semnalată și *Quasiendothyra communis*, la numai 18 m sub calcarele de Etroengt. În alte regiuni, ea poate apărea mai devreme. În paralelizările făcute de Mamet (1967), Q. communis, prezentă și la Comana, caracterizează cea de-a doua zonă cu endothyre, paralelizabilă în Europa și Asia.

Din asociația de la Comana mai fac parte și două specii de *calcisphaeride*: *C. laevis Williamson* și *C. pachysphaerica* (Pronina). Este îndeobște cunoscut faptul că *calcisphaeridele* și, mai ales, *C. pachysphaerica*, reprezintă textularide primitive care apar (Conil et al., 1971) la sfîrșitul Tournaisianului (Tn 3 c), aproximativ în același timp cu tetrataxidele.

*Archaediscidile* sînt reprezentate și ele prin *A. chernoussovensis* Mamet. Aceste foraminifere, menționate începînd cu Viseanul inferior ($V_1a$), după Conil și colaboratorii (1971), au evoluat în felul următor: *Planoarchaediscus* și *Paraarchaediscus-Permodiscus-Archaediscus*. Cu alte cuvinte, microfauna de la Comana trebuie să fie mai recentă decît Viseanul inferior.

Altă formă identificată, *Palaeotextularia* asper Cooper, nu poate fi mai veche decît Viseanul inferior, deoarece, în Belgia, *palaeotextularidele* apar la nivelul $V_{1b}$.

Merită menționată, de asemenea, specia *Howchinia bradyana* (Howchin) care, în vestul Europei (Conil et al., 1971), este citată din Viseanul superior ($V_{3b}$).

Fig. 1

Fig.2

Fig. 3

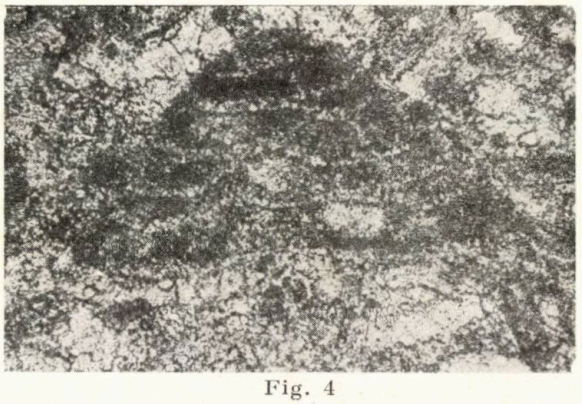


Fig. 4

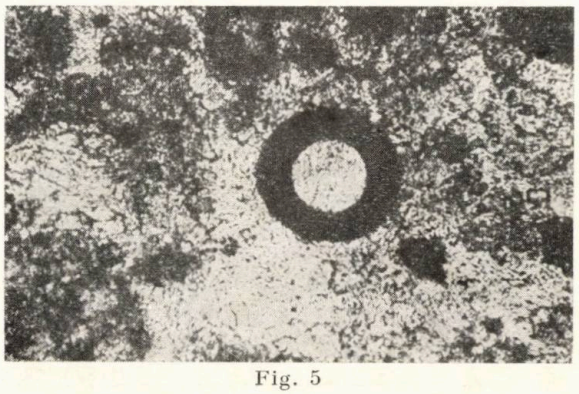


Fig. 5

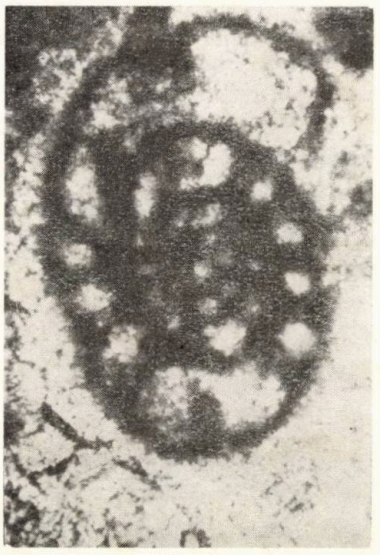


Fig. 6

PLANŞA I: Fig. 1 — Endothyra orbiculata Durkina (× 82); Fig. 2 — Endothyra tantula Durkina (× 82); Fig. 3 — Omphalothis omphalota Rauser şi Reitlinger (× 82); Fig. 4 — Tetrataxis conica Ehrenberg corectat Möller (× 82); Fig. 5 — Calcisphaera pachysphaerica (Pronina) (×82); Fig. 6 — Eostaffella? discoidea (Girty) (× 82)

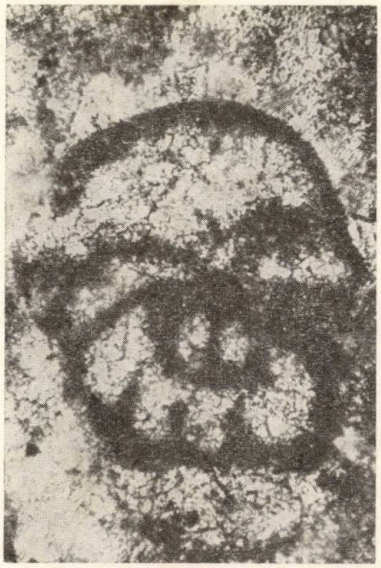


Fig. 1

Fig. 2

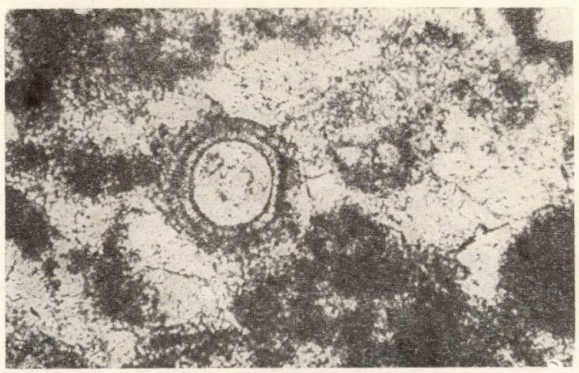


Fig. 3

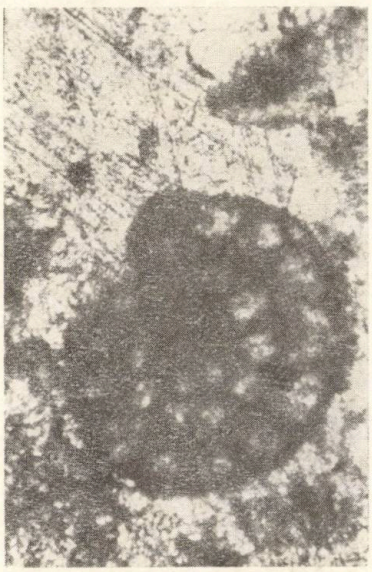


Fig. 4

Fig. 5

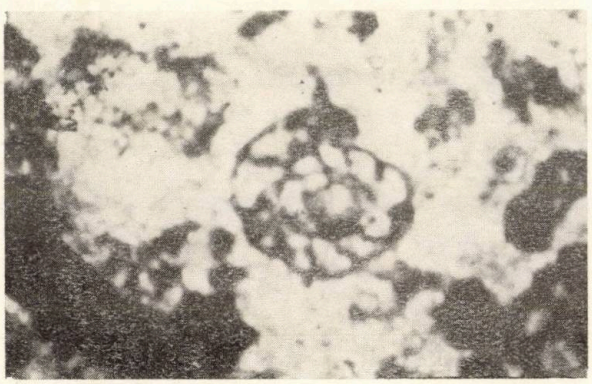


Fig. 6

PLANŞA II: Fig. 1 — Globivalvulina granulosa Reitlinger (× 82); Fig. 2 — Ammodiscus turbulentus Reitlinger şi Calcisphaera laevis Williamson (× 82); Fig. 3 — Tuberitina crafti Reitlinger (× 82); Fig. 4 — Endothyranopsis crassa (Brady) (× 82); Fig. 5 — Latiendothyra din grupa L. parakosvensis (Lipina) (× 82); Fig. 6 — Endothyra bowmani Brady (× 82)

Discuţia şi analiza sumară făcută *mai înainte* permite să se conchidă că cele mai vechi forme care alcătuiesc asociaţia microfaunistică de la sonda 13 Comana sînt famenian-superioare, iar cele mai noi caracterizează Viseanul superior. În consecinţă, microfauna determinată pe intervalul 906—907 m, în ansamblul ei, indică, cu multă probabilitate, partea superioară a Viseanului. Concluzia aceasta este susţinută şi de criteriul petrografic, respectiv existenţa unor calcare organogene, care, la V de rîul Argeş (Brădeşti, Balş, Ciureşti) abundă în partea superioară a Dinanţianului (Paraschiv, 1972).

Altă constatare, rezultată din analiza microfaunei de la sonda 13 Comana, este aceea că, alături de specii pur marine, cum sînt *endothyridele*, se întîlnesc şi forme caracteristice mediului salmastru, ca, de exemplu, *Calcisphaeridele*. Faptul poate fi pus pe seama unor remanieri, evoluţii în timp sau a unor variaţii temporare a salinităţii apelor. De asemenea, ar mai fi de acceptat poziţia marginală (în apropierea ţărmului) a sectorului Comana, unde

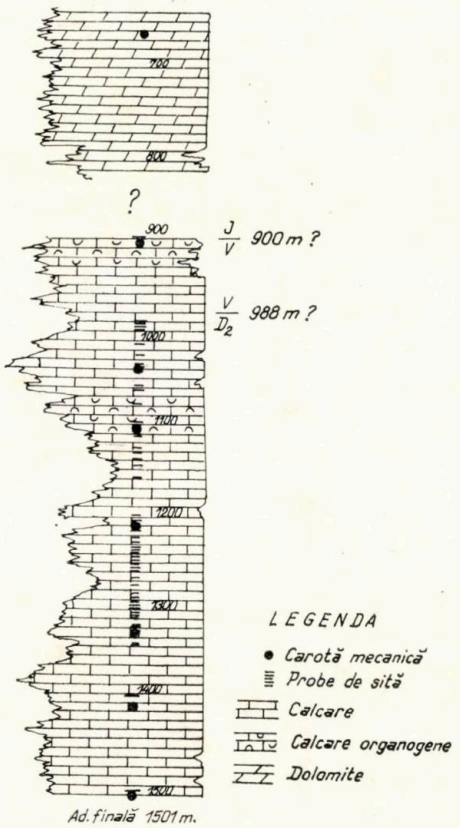



Fig. 1. Sonda 13 Comana (secţiunea jurasică şi paleozoică)

influenţa apelor curgătoare ce veneau din direcţia zonei emerse a şisturilor verzi s-a resimţit într-o măsură apreciabilă. În favoarea acestei din urmă interpretări (poziţia marginală) mai pot fi invocate existenţa unor niveluri de calcare organogene la sonda 13, precum şi frecvenţa orizonturilor de calcarenite în forajul 10 Comana.

Semnalarea microfaunei carbonifere la Comana ridică şi alte probleme, unele de importanţă locală, altele de interes regional.

Un prim aspect care se impune a fi discutat este acela al grosimii depozitelor carbonifere de la sonda 13 şi raporturile acestora cu formaţiunile supra şi subjacente.

Deasupra intervalului 906—907 m (cu microfaună viseană) nu s-au mai scos carote decît la adîncimea de 680—681 m, de unde s-a recuperat dolomit cenuşiu şi brun, cavernos, atribuit Jurasicului superior. După aspectul diagrafiei electrice, dolomitele jurasice de la 681 m se continuă pînă la 834 m (fig. 1). Între 834 şi 905 m lipsesc atît înregistrările geofizice, cît şi probele de teren. Ca urmare, din lipsa oricăror date, pe acest interval se poate admite continuarea fie a Jurasicului, fie a Viseanului. Oricare ar fi situaţia, din datele de ordin regional rezultă că, aici la Comana, Paleozoicul este acoperit, direct de către Jurasic.

Sub intervalul 906—907 m, pînă la adîncimea finală (1501 m) s-au mai extras şase carote mecanice şi s-au colectat numeroase probe de sită. Analiza petrografică a acestora indică continuarea seriei de calcare granulare, parţial pseudooolitice, pe toată secţiunea de aproape 600 m. Aşadar, lipsa unor contraste litologice puternice nu permite utilizarea criteriului respectiv la stabilirea limitei inferioare a Viseanului. Din punct de vedere paleontologic, însă, carotele de la 1049 şi 1107 m conţin foraminifere şi conodonte specifice Giveţianului superior-Frasnianului inferior. Vîrsta giveţiană a seriei de calcare granulare este confirmată şi de asociaţia palino-protistologică, semnalată în carota de la 1314 m. De altfel, sub adîncimea de 1000 m (a se vedea probele de sită de pe intervalul 1205—1335 m şi carota de la 1210—1211 m), calcarele devin mult mai bituminoase, ceea ce aminteşte de depozitele carbonatate ale Devonianului.

Ţinînd seamă de elementele menţionate şi de aspectul diagrafiilor geofizice, apare justificat să se considere că baza Viseanului din sonda 13 Comana corespunde adîncimii de 988 m (fig. 1) şi că depozitele acestui etaj, care totalizează o grosime de 85—100 m, se dispun direct peste Frasnianul inferior-Giveţianul superior.

În sonda vecină, 10 Comana, care a deschis Paleozoicul pe o secţiune mai mare (882—2002 m), sub Jurasicul superior (carota de la 850—851,5 m) s-au întîlnit calcarenite, calcare — în bună parte bituminoase —, dolomite, anhidrite, argilite etc.

Calcarele diagenizate şi criptocristaline recuperate de la adîncimile de 910 şi 920 m au avut un bogat conţinut de conodonte. Corelarea acestora cu corespondenţi specifici din

regiunile de dezvoltare a Devonianului superior din America de N, Australia, Germania, Franţa, Spania, Portugalia, Bulgaria şi Serbia, arată că este vorba de o asociaţie caracteristică Frasnianului. Aceeaşi vîrstă (frasniană) este confirmată şi de elementele palino-protistologice, identificate sub adîncimea de 1580 m.

Datele disponibile par să arate că în sonda 10 Comana, Carboniferul lipseşte, iar Jurasicul se dispune, direct, peste Frasnian. Aceeaşi situaţie a fost semnalată şi la sondele 5082 şi 5083 Mangalia (Răileanu ş.a. 1964, 1965, 1966, 1968).

Abordînd problema Carboniferului într-un cadru mai larg, regional, trebuie semnalată grosimea mare (circa 1200 m) a Dinanţianului la Călăraşi, unde sînt prezente atît Viseanul cît şi Tournaisianul (*Syphonodella isosticha* (Cooper). Toată această stivă de depozite carbonifer-inferioară este reprezentată prin calcare şi calcare dolomitice.

Mai la sud, pe teritoriul bulgar, în sonda R2 Preslavţî (fig. 2), Dinanţianul este format

Fig. 2. Poziţia unor sonde din preajma frontierei Româno- Bulgare

din depozite carbonatate. După Spasov (1972), Tournaisianul lipseşte la această sondă, Viseanul dispunîndu-se peste Famenian. În sonda R1 Dulovo existenţa Dinanţianului este discutabilă. Potrivit aceluiaşi autor (Spasov, 1972) depozitele mezozoice se aştern direct peste Famenianul superior (Etroengtian).

Carboniferul inferior pare să lipsească, de asemenea, la sondele R59 Severţî şi 119 Cardan. În schimb, în forajele 11 şi 120 Ograjden este prezent numai Viseanul superior, dezvoltat în facies mixt (gresii, aleurite, calcare argiloase şi calcare). Acesta se dispune peste Devonian (în sonda 120, Viseanul superior stă peste D2). Printre elementele paleontologice citate la Ograjden se numără şi gigantoproductidele. La sondele R1 Vacrino, 50 Rakovski, 53 Belgun, 114 Caliacra etc. Viseanul devine complet terigen şi începe să se acopere cu depozite aparţinînd Carboniferului superior.

Precizarea vîrstei visean-superioare a depozitelor în facies mixt (terigen-carbonatat) deschise cu forajele 11 şi 120 Ograjden, sugerează că şi secţiunea străbătută de sonda 5065 Negru Vodă, pe intervalul 748—839 m, ar putea să fie, de asemenea, de vîrstă viseană. După cîte se ştie, acest interval, alcătuit din gresii calcaroase, parţial argilitice, şisturi calcaroase — marnoase şi calcare — parţial dolomitice, a fost considerat, cu probabilitate, devonian de către geologii I.F.L.G.S. (1970). Or, în lumina datelor menţionate, atribuirea vîrstei viseene acestei serii apare, acum, logică, în ideea că faciesul calcaros al Dinanţianului trece treptat de la N (Comana) către S (Belgun) şi de la V (Călăraşi) către E (Caliacra), la depozite terigene cu intercalaţii de cărbune şi cu niveluri de erupţii bazice. Totodată, Dinanţianul se îngroaşă şi se acoperă, progresiv, în aceleaşi direcţii, cu formaţiuni namuriene şi westfaliene, astfel că, în bazinul carbonifer (cu cărbune) al Dobrogei, Dinanţianul şi Silezianul (fără Stephanian) ajung la grosimi de circa 3800 m, din care numai Viseanului superior îi revin 2100—2500 m.

Reexaminarea datelor sondei 13 Comana şi a celorlalte foraje, situate de o parte şi de alta a frontierei româno-bulgare, permite să se tragă următoarele concluzii :

a. Pe teritoriul românesc al Dobrogei, elementele microfaunistice atestă existenţa Viseanului superior în sonda 13 Comana. Nu se exclude posibilitatea prezenţei Carboniferului inferior şi în forajul 5065 Negru Vodă. Pe teritoriul bulgar, Viseanul a fost recunoscut în mai multe sonde (11, 120 Ograjden, Vacrino, Belgun, Caliacra etc.), cu ajutorul microfaunei şi al macrofaunei (inclusiv gigantoproductide).

b. În anumite sectoare de pe marginea de N a Depresiunii Varna (10 Comana, Mangalia, 119 Cardan, Severţî, Dulovo ?), Carboniferul inferior lipseşte complet, fie prin nedepunere (Tournaisianul ?), fie prin eroziune (Viseanul).

c. De o parte şi de alta a frontierei dobrogene, acolo unde a fost cruţat de eroziune, Viseanul pare să se dispună direct peste Devonian. Lacuna generată de ecoul fazei bretone ar putea să se fi produs pe suprafeţe mai întinse, dar acest fapt mai trebuie încă verificat.

d. Viseanul schimbă de facies de la N la S şi de la V la E, trecînd, treptat, de la depozite calcaroase la depozite terigene cu intercalaţii de cărbuni şi cu erupţii bazice, elemente care anunţă apropierea faciesului de Culm.

e. Viseanul marchează o importantă etapă de subsidenţă în regiunea de la NE de Varna (depresiunea Varnei), precum şi în alte sectoare

ale Platformei Moesice. Această mişcare de subsidenţă a continuat şi în Carboniferul superior, atît în Depresiunea Varnei, cît şi în depresiunile Roşiori-Alexandria şi Lom-Craiova (Paraschiv, 1972).

BIBLIOGRAFIE


1. Beju, D. Zonare şi corelare a Paleozoicului din Platforma Moesică pe baza asociaţiilor palino-protistologice. Petrol şi gaze, **12**, 1972, p. 9—21.
2. Bouckaert, J., Streel, M. şi Thorez, J. The Devonian-Carboniferous boundary in Belgium and Northern France. Intern. Kongr. Stratigr. Geol. Karb., **2**, 1971, p. 1—7.
3. Conil, R., Mortelmans, G. şi Pirlet, H. Le Dinanţien. Intern. Kongr. Stratigr. Geol. Karb., **2**, 1971, p. 1—34.
4. Grigoraş, N. Asupra prezenţei Silurianului în Dobrogea. Bul. şt. Acad. R.P.R., Secţia geol.-geogr., I/3—4, 1956, Bucureşti, p. 169—180.
5. * * * I.F.L.G.S. Cercetări hidrogeologice prin foraje în zona localităţilor Adamclisi, Independenţa, Negru Vodă şi General Scărişoreanu. Arhiva M.M.P.G., 1970, Bucureşti, p. 1—21.
6. Konstantinova, V. şi Nicolov, Z. Petrology of the coal from the upper Carbon of the Dobroudja Basin in Bulgaria. Intern. Kongr. Stratigr. Geol. Karb., Abstracts, Krefeld, 1971, p. 95.
7. Mamet, B. The Devonian-Carboniferous boundary in Eurasia Intern. Symp. on the Devon System, II, Calgary, 1967, p. 995—1007.
8. Mamet, B. De l'emploi des Foraminifères pour une zonation du Carbonifère inferieur en Europe Centrale. Intern. Kongr. Stratigr. Geol. Karb., Abstracts, Krefeld, 1971, p. 108.
9. Paraschiv, D. Studiul stratigrafic al Devonianului şi Carboniferului Platformei Moesice de la V de de rîul Argeş (teză de doctorat), **236** p. 1972, biblioteca Univ. Iaşi.
10. Patrulius, D., Iordan, M. şi Mirăuţă, E. Devonian of Romania. Intern. Symp. on the Devon Sistem, I, Calgary, 1967, p. 127—134.
11. Răileanu, Gr., Iordan, M. Ali Mehmed-Dăneţ Nurhan şi Beju, D. Studiul Devonianului din forajul de la Mangalia. D. s. Inst. geol. LII/1, Bucureşti, 1966, p. 323—339.
12. Patrulius, D., Bleahu, M. şi Mirăuţă, O Le Carbonifère des Carpates Roumaines et de l'avant pays carpatique. C. R. V ème Congr. Intern. Stratigr. Geol. Carbon, I, Paris, 1964, p. 721—7209.
13. Patrulius, D., Mirăuţă, O. şi Bleahu, M. Etat actuel des connaissances sur le Paléozoique de Roumanie. An. Inst. geol. **XXXVI**, Bucureşti, 1968, p. 63—84.
14. Semaka, Al., Iordan, M. şi Ali Mehmed-Dăneţ Nurhan. Le Devonien de la Dobrogea meridionale. Assoc. géol. carp. balc. (Congr. VII), II/1, Sofia, 1965, p. 11—15.
15. Spasov, Hr. Stratigrafiea na dolniea karbon v neakoi ot sondajite v severno-iztocina Bîlgariea. Bull. Geol. Inst. Bulg. Acad. of Scienc., **XXI**, Sofia, 1972, p. 5—7.
16. Tenkov, J. şi Kulaksasov G. Scope and division of the Carboniferous from the Dobrogea coal Basin in Bulgaria. Intern. Kongr. Stratigr. Geol. Karb., Abstracts, Krefeld, 1971, p. 164, 165.

# Unele aspecte în legătură cu utilizarea fluidelor de foraj la sondele de mare adîncime. I

I. ANA, L. MITITEANU şi T. PITEA

În acest studiu se vor trata unele aspecte ale fluidului de foraj în legătură cu stabilitatea pereţilor sondelor (partea I), creşterea performanţelor sapelor şi menţinerea proprietăţilor fluidelor de foraj în condiţii de talpă (partea a II-a).

În această lucrare se are în vedere faptul că, pentru obţinerea unor rezultate bune în activitatea de săpare, este necesar să se aleagă tipul optim de fluid de foraj, iar pentru acesta, să se asigure proprietăţile corespunzătoare.

Cea mai importantă realizare tehnologică în domeniul forajului o constituie optimizarea procesului de săpare, deşi ea n-a fost extinsă suficient pînă în 1967 şi chiar şi în prezent nu a ajuns la un potenţial suficient de ridicat. De fapt, se poate afirma că etapa ştiinţifică [1] nu a tratat optimizarea tuturor aspectelor legate de foraj, ci numai procesul de săpare [2], iar în cadrul acestuia, a rămas datoare în ceea ce priveşte asigurarea condiţiilor preliminare — condiţii fără de care nu se poate trece la optimizarea regimului mecanic.

Dintre condiţiile iniţiale, stabilirea tipului şi a proprietăţilor optime ale fluidului de foraj este de mare importanţă, întrucît condiţionează eficienţa măririi nivelului energetic, de la talpă şi, prin aceasta, evoluţia procesului de săpare [1, 3—5]; pe de altă parte, această condiţie este legată şi de fenomenele de instabilitate a pereţilor sondei [6], problema respectivă constituind un aspect al optimizării complexe a forajului. Astfel că, un fluid de foraj corespunzător, pe lîngă faptul că trebuie să-şi păstreze calităţile macroreologice la temperatura şi presiunea respectivă, este necesar să asigure stabilitatea pereţilor sondei şi o eficienţă ridicată a desfăşurării procesului de săpare; aceste trei elemente stau la baza programării fluidului de foraj.

În acest domeniu s-au realizat progrese însemnate, în special ca urmare a tendinţei forajului de a se situa în domeniul limitei inferioare sau chiar în cel al limitei volumetrice, pe măsură ce cresc adîncimile la care se forează [1, 7, 8]. Totuşi, sînt foarte rare cazurile în care să se aleagă un tip de fluid de foraj în funcţie de performanţele pe care le poate realiza — celelalte funcţiuni fiind egal îndeplinite de toate fluidele luate în discuţie, — ceea ce este explicabil dacă se are în vedere nivelul cunoaşterii în domeniul respectiv.

În continuare, se vor analiza succint elementele ce intervin în programarea fluidelor de foraj şi se vor prezenta unele rezultate obţinute la ICPTG—Cîmpina.

## I. ASUPRA RELAŢIEI DINTRE FLUIDELE DE FORAJ ŞI STABILITATEA PEREŢILOR GĂURII SONDELOR

Tipul şi proprietăţile reologice, coloidale şi electrochimice ale fluidelor de foraj influenţează atît stabilitatea pereţilor sondelor, cît şi a procesului de săpare. În unele cazuri, o soluţie favorabilă pentru condiţiile de săpare poate avea rezultate negative în ceea ce priveşte fenomenele de stabilitate. De aceea, se impune găsirea unei soluţii optime care să asigure atît stabilitatea pereţilor de sondă, cît şi realizarea unor coeficienţi de forabilitate superiori; primul aspect care se ia în discuţie în acest sens este acela al asigurării stabilităţii.

Fenomenele de instabilitate a pereţilor sondei* sînt frecvente în cazul unor roci cu un procent ridicat de minerale argiloide, ca urmare a faptului că acestea îşi *modifică* proprietăţile cînd vin în contact cu fluidul de circulaţie. Astfel, în cazul rocilor în care predomină montmorillonitele apar tendinţe de umflare şi dispensare la contactul cu soluţii diluate de electroliţi, iar acolo unde mineralele argiloide au ca reprezentant illitul, apar deformări semnificative cînd sînt introduse în fluidul de foraj [9].

### 1. Mecanismul de degradare a rocilor cu conţinut ridicat de minerale argiloide la contact cu fluidul de foraj

Rocile cu conţinut ridicat de minerale argiloide aflate la adîncime relativ mare au cedat o parte din apa ce le-a însoţit, ca urmare a procesului de compactizare. Eliminarea apei şi prezenţa suprafeţelor încărcate electric au condus la creşterea capacităţii de adsorbţie a acestor roci.

* Termenul „instabilitatea pereţilor sondei" este folosit în această lucrare pentru toate deranjamentele de gaură liberă, concretizate prin micşorări sau măriri pronunţate de diametru — frecvent cu caracter labil, — ca urmare a unor fenomene de umflare sau — în cazurile unor formaţiuni fragile — de fragmentare şi antrenare.

Datele obţinute în laborator, confirmate de cele din şantier, au stabilit că multe formaţiuni argiloide adsorb apa sau ionii din fluidele de foraj pe bază de apă, uneori fiind capabile de a adsorbi apa chiar din fluide tip emulsie inversă [10, 11], conducînd la apariţia unor fenomene de instabilitate a pereţilor sondelor.

D a r l e y [6] descrie două mecanisme de degradare a rocilor cu conţinut ridicat de minerale argiloide, ca urmare a adsorbţiei apei (hidratare) :

a) *hidratarea de suprafaţă*, care depinde de energia de hidratare a cationilor schimbabili ai mineralului argiloid şi de densitatea de sarcină de pe suprafaţa acestuia — figura 1 prezintă un model al distribuţiei moleculelor de apă, a anionilor adsorbiţi specific şi a ionilor hidrataţi la suprafaţa mineralului argiloid [12];

b) *hidratarea osmotică*, care este determinată de diferenţa de concentraţie dintre apa interstiţială a rocii şi faza apoasă a fluidului de foraj.

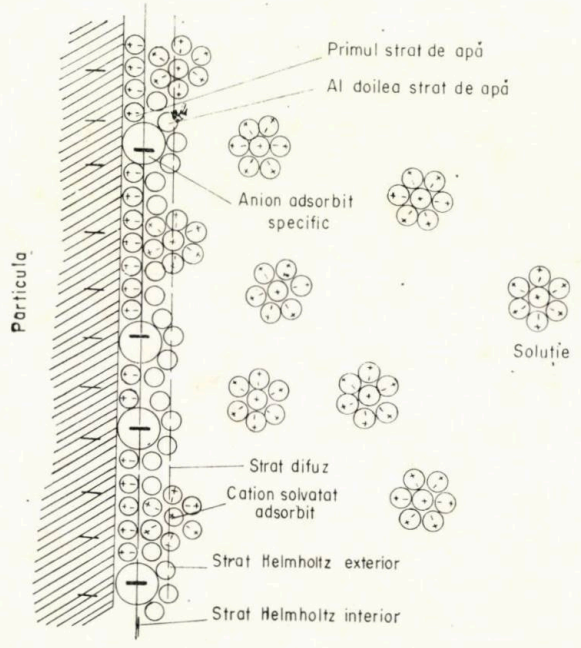



Fig. 1. Distribuţia moleculelor de apă, a contraionilor şi a ionilor hidrataţi la suprafaţa particulei de argilă.

Studiile efectuate [13] au stabilit că principala cauză a degradării rocilor cu conţinut ridicat de minerale argiloide o constituie migrarea apei *de la* sau *la* suprafaţa particulelor mineralelor respective, ca urmare a diferenţei dintre potenţialul chimic al fazei apoase din fluidul de foraj şi potenţialul chimic al apei interstiţiale din rocile respective. La fluidele de foraj pe bază de apă problema migrării acestora este relativ complexă, deoarece, la limita dintre mediul poros şi mediul continuu de fluid, nu se formează o membrană semipermeabilă care să elimine fenomenele de difuziune a ionilor [14]; în cazul fluidelor tip emulsie inversă difuziunea ionilor este eliminată ca urmare a faptului că emulgatorul şi pelicula de ulei joacă rolul de membrană semipermeabilă.

Deci, pentru ca un fluid de foraj să asigure stabilitatea pereţilor sondei, atunci cînd formaţiunea traversată are un conţinut ridicat de minerale argiloide, este necesar ca activitatea apei din fluidul de foraj să fie echilibrată cu activitatea apei interstiţiale.

## 2. Etape în stabilirea fluidelor de foraj care să evite fenomenele de instabilitate

Principalele etape în stabilirea fluidelor de foraj care să evite fenomenele de instabilitate sînt următoarele :

— determinarea tipului de argilă, a compoziţiei mineralogice şi chimice şi a caracteristicilor fizico-mecanice ale acesteia ;

— determinarea activităţii fazei apoase din mediul poros ;

— reglarea activităţii apei din fluidul de foraj cu ajutorul electroliţilor (NaCl, $CaCl_2$, NaOH etc.), pînă la balansarea presiunilor de hidratare respective.

Procedîndu-se în acest fel, în anexa I se arată modul de stabilire a „unui fluid de foraj cu activitatea reglată" tip emulsie inversă, pentru o sondă care prezenta dificultăţi serioase, ca urmare a instabilităţii pereţilor în prezenţa unui fluid de foraj pe bază de apă.

De remarcat că problema instabilităţii cuprinde multe aspecte care aşteaptă o soluţionare în viitor, lucru explicabil dacă se are în vedere caracterul foarte variat şi uneori contradictoriu al comportării rocilor cu conţinut ridicat în minerale argiloide. Tendinţa este de a se prezenta clasificări ale formaţiunilor de acest tip şi fluidele recomandate pentru fiecare situaţie în parte [15, 16]; în funcţie de soluţia aleasă, se urmăreşte să se stabilească tehnologia de foraj optimă.

În anexa II se prezintă o clasificare a rocilor cu conţinut ridicat de minerale argiloide, însoţită de unele indicaţii privind fluidul şi tehnologia de foraj.

ANEXA I

## ELABORAREA UNUI FLUID DE FORAJ TIP EMULSIE INVERSĂ CU ACTIVITATE REGLATĂ

Numeroasele dificultăţi legate de instabilitatea pereţilor, semnalate la o sondă de mare adîncime din R.S.R., unde se utilizează un fluid de foraj pe bază de apă, au impus elaborarea unui nou tip de fluid de foraj, fluid care să fie compatibil cu rocile traversate; studiile au fost îndreptate în direcţia elaborării unui fluid de foraj tip emulsie inversă cu activitate chimică reglată.

Procesul de elaborare a acestui fluid a implicat parcurgerea următoarelor etape :

— determinarea compoziţiei şi proprietăţilor rocilor traversate ;

— stabilirea activităţii fazei apoase a acestora ;

— elaborarea propriu-zisă a fluidului de foraj cu activitate reglată.

## 1. Determinarea compoziţiei şi proprietăţilor rocilor traversate

Studiile efectuate pe o carotă de la sondă (Miocen inferior — 3 750 m) au stabilit că roca prezintă următoarea compoziţie mineralogică :

— 40% $CaCO_3$ ;

— 58% fracţiune pelitică ;

— 2% fracţiune aleuritică.

Analiza chimică a carotei a stabilit următoarea compoziţie : 37,05% $SiO_2$ ; 18,10% $Al_2O_3$ ; 3,84% $Fe_2O_3$ ; 1,20% FeO ; 16,47% CaO ; 2,16% MgO ; 1,26% $Na_2O$ ; 1,20% $K_2O$ şi 18,30 pierderi prin calcinare.

Macroscopic, roca era moderat friabilă cu tendinţă de desfacere ; pe planele de stratificaţie erau dispuse lamele microgrezoase.

Microscopic, lamelele microgrezoase conţineau granule aleuritice de cuarţ, feldspaţi, lamele fine de clorit, biotit şi muscovit ; cimentul era constituit din calcit microgranular şi material argilos.

Materialul pelitic predominant în alcătuirea rocii era reprezentat de minerale gonflabile de tipul montmorillonitului, beidellitului, nontronitului şi minerale dispersabile de tipul cloritului, caolinitului şi illitului.

Rezultatele analizei au condus la concluzia că instabilitatea pereţilor se datorează, în special, materialului pelitic argilos, care în contact cu fluidul de foraj se umflă şi dispersează continuu.

## 2. Stabilirea activităţii fazei apoase a carotei

Stabilirea activităţii fazei apoase a carotei s-a făcut prin trasarea izotermelor de adsorbţie.

Pentru aceasta, iniţial s-a determinat conţinutul de apă al carotei prin stabilirea pierderii de greutate a probei, mojarată şi menţinută la o temperatură de 105 $\pm$ 2°C, pînă cînd greutatea nu s-a mai schimbat. Pentru cazul de faţă s-a găsit un conţinut de 1,17% apă.

Apoi, s-au introdus eşantioanele de carotă, fin mojarate şi uscate, în spaţii cu activităţi cunoscute (0,50 ; 0,60 ; 0,70 ; 0,80 ; 0,85 şi 0,95) realizate cu soluţii de hidroxid de sodiu.

S-a determinat variaţia în greutate a eşantioanelor cu precizie de $\pm$ 0,0002 g, după cum urmează :

— în prima zi, din patru în patru ore ;

— apoi, pînă la stabilirea echilibrului, o dată la 24 de ore.

S-a trasat graficul variaţiei cantităţii de apă adsorbite în funcţie de timp, respectiv izoterma de adsorbţie, pentru fiecare activitate experimentală (fig. 2).

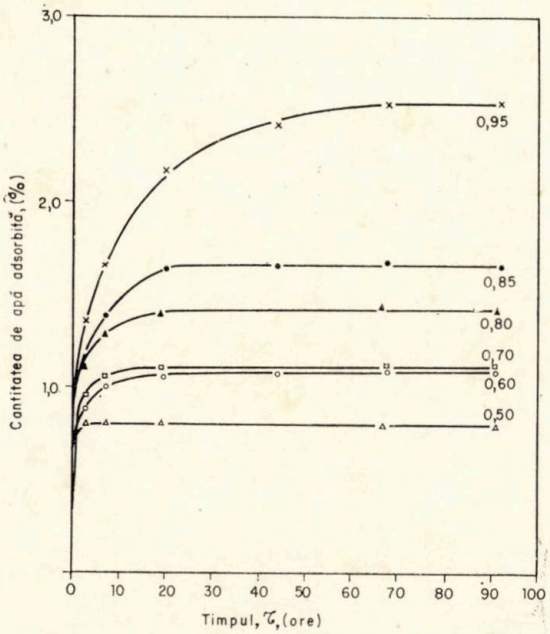



Fig. 2. Variaţia cantităţii de apă adsorbită în funcţie de timp pentru diferite activităţi.

S-a trasat graficul cantităţii maxime de apă adsorbită în funcţie de activitatea apei (fig. 3).

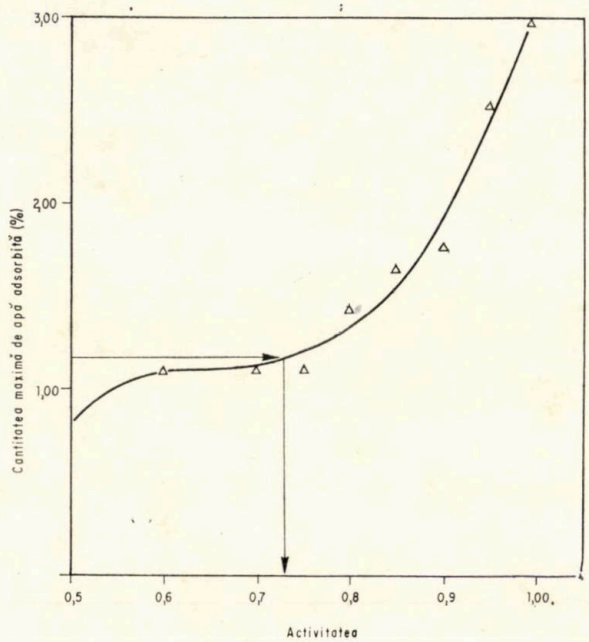



Fig. 3. Variaţia cantităţii maxime de apă adsorbită în funcţie de activitate.

S-a fixat pe ordonata din figura 3 conţinutul de apă al carotei (1,17%) ; abscisa corespunzătoare a indicat activitatea fazei apoase a carotei (0,73).

### 3. Fluidul de foraj cu activitate reglată

Ţinînd seama de activitatea fazei apoase, s-a stabilit concentraţia soluţiei de electrolit care realizează balansarea presiunilor de hidratare respective: 26% $CaCl_2$.

Pe aceste considerente s-a stabilit fluidul de foraj tip emulsie inversă cu activitatea reglată.

Compoziţia şi caracteristicile fluidului de foraj au fost următoarele:

a. *Compoziţia fluidului*

— Invermul
— Duratone
— Petrotone
— Geltone
— Raport ulei/apă de 65/35.

Faza apoasă conţinea clorură de calciu în concentraţie de 26%.

b. *Caracteristicile fluidului*

| | |
|---|---|
| — Greutatea specifică | 1,25 kgf/dm³ |
| — Viscozitatea Marsh | 62 s |
| — Filtrarea API | 0 cm³ |
| — Viscozitatea aparentă | 63 cP |
| — Viscozitatea plastică | 57 cP |
| — Limita de curgere | 16 dyne/cm² |
| — Gelaţia iniţială | 12 dyne/cm² |
| — Gelaţia la 10 min | 26 dyne/cm² |
| — Stabilitatea electrică | 300 V. |

Experimentele efectuate la sondă cu acest tip de fluid au condus la eliminarea dificultăţilor legate de instabilitatea sondei, la o densitate mai mică a fluidului de foraj.

ANEXA II

**Clasificarea rocilor argiloase**

| Clasa | Caracteristici | M.B.T. ml/100g | Tipul de apă | Conţinutul de apă, % | Tipul de argilă | Conţinutul de argilă, % | Densitatea, g/cm³ | Dificultăţi | Fluidul de foraj şi tehnologia recomandată |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A. | Moale, plastică şi cu fisuri puţine | 20—40 | liberă şi legată | 25—70 | —montmorillonit de sodiu şi calciu<br>—illit<br>—caolinit | 20—40 | 1,2—2,5 | a) micşorarea diam. sondei ca urmare a umflării<br>b) prinderi de prăjini | a) fluid de foraj tip emulsie inversă cu activitate reglată;<br>b) fluid de foraj pe bază de apă ,,inhibitat'' sau cu activitate echilibrată;<br>c) reducerea dispersanţilor; |
| B. | Compactă | 10—20 | legată | 15—25 | — illit<br>—straturi alternante de montmorillonit de calciu şi illit. | 20—30 | 1,5—2,2 | dărîmări | a) fluid de foraj pe bază de apă ,,inhibitat'';<br>b) prevenirea acumulării de solide;<br>c) reglarea regimului de curgere |
| C. | Tare, sfărîmicioasă, puternic fisurată | 3—10 | legată | 5—15 | —montmorillonit de sodiu<br>—illit | 20—30 | 2,2—2,5 | dărîmări | a) fluid de foraj pe bază de apă ,,inhibitat'';<br>b) fluid de foraj cu activitate echilibrată;<br>c) reducerea la minimum a dispersanţilor |
| D. | Dură şi fisurată | 0—3 | legată | 2—5 | —illit<br>—caolinit<br>—clorit | 5—30 | 2,5—2,7 | dărîmări | a) fluid pe bază de apă ,,inhibitat'';<br>b) evitarea vitezelor mari în spaţiul inelar;<br>c) reducerea suprapres.;<br>d) adăugarea particulelor fine pentru prevenirea pierderilor de circulaţie. |

BIBLIOGRAFIE


1. Lummus, J. L. Drilling Optimization, J. Petr. Tech., noiemb. 1970.
2. Galle, E. M. şi Woods, H. B. Best Constant Weight and Rotary Speed for Rotary Rock Bits, Hughes Tool Co, 1963.
3. Bingham, M. G. A. New Approach to Interpreting Rock Drillability, Technical Manual Reprinted from Oil and Gas Jour., 1965.
4. Murphy, P. E. What Factors Affect Drilling Rate? Oil and Gas J., febr,, **17**, 1969.

5. Dogaru, L. şi Ionescu, M. Gh. Optimizarea procesului de foraj rotativ la sondele de mare adîncime, tema 2 N-1971, lucrare nepublicată.

6. Darley, H. C. H. Physical and Chemical Factors Affecting Borehole Stability, AIME, Fourth Conf. of Drilling and Rock Mechanics, Univ., of Texas, Jan., 1969.

7. Mc. Daniel, K. W., Lummus, J. L. Here's Now to Apply Optimized — Drilling Techniques, Oil and Gas J., iun. **14**, 1971.

8. Lummus, J. L. Acquisition and Analyses of Data for Optimised Drilling. J. Petr. Tech., noiemb., 1971.

9. Chenevert, M. E. Shale Alteration by Water Adsorbtion, J. Petr. Techn., **22**, sept., 1970.

10. Darley, H. C.H. A Laboratory Investigation of Borehole Stability, J. Petr. Techn., iul., 1969.

11. Mondshine, T. C. Successful Gumbo Shale Drilling, Oil and Gas J. **18**, mart. 1966.

12. Torker, W. Electro-Chemische Kinetic Academic— Werlog, Berlin, 1966.

13. Chenevert, M. E. Shale Controle with Balanced — Activity Oil — Continuous Muds, J. Petr., Tech., **24**, nr. 10, oct., 1970.

14. Chenevert, M. E. Water — Base Well Fluids for Shale Stability, and their use, patent U.S. 3.628.615, **21**, dec., 1971.

15. Kelly, J. Drilling Problem Shales, Oil and Gas J. nr. 23, iun., 1968.

16. Kelly, J. Drilling Problem Shales, Oil and Gas J. nr. 24, iun., 1968.

# FORAJUL CU TURBINĂ LENTĂ PERFECŢIONARE TEHNICĂ A FORAJULUI CU TURBINA CONVENŢIONALĂ

C. Busuiocescu

Interesul manifestat pe plan mondial pentru turbina de turaţie lentă, determinat, în principal, de necesitatea exploatării raţionale a sapelor cu role, a dus la realizarea unor tipuri perfecţionate de turbine, capabile să transmită la talpa sondei puteri hidraulice mărite, obţinîndu-se astfel performanţe de foraj ridicate prin: creşterea capacităţii de dislocare a rocii, a gradului de curăţire a talpii, a avansamentului pe marş şi a duratei de lucru a sapei.

În acest articol se vor prezenta aspecte şi dificultăţi legate de exploatarea turbinelor convenţionale (de turaţie mare), consideraţii privind necesitatea adoptării turbinei lente, principii de funcţionare, tipuri constructive şi rezultate obţinute.

## 1. Aspecte legate de utilizarea turbinelor de foraj convenţionale

În prezent, pe scară mondială, forajul cu turbina se execută aproape în exclusivitate cu turbina convenţională ce dezvoltă turaţii mari cuprinse între 500 şi 1 000 rot./min. Forajul cu turbina are cea mai mare răspîndire (aproximativ 80% din metrajul forat anual) în U.R.S.S., ponderea majoritară fiind realizată cu turbine convenţionale, similare cu cele utilizate în R.S.R., de tipul T 12 M3, TS4, TS 5B, cu lagăre metalo-cauciucate.

Analiza forajului cu turbină în U.R.S.S., făcută de specialiştii sovietici [1], arată că ritmul de creştere a indicatorilor de foraj în ultimii ani a scăzut simţitor. Dezvoltarea impetuoasă a forajului cu turbina şi îmbunătăţirea indicatorilor acestuia se referă la perioada iniţială de exploatare a zăcămintelor „Al doilea Baku". În acele condiţii, folosirea turbinelor cu turaţie mare s-a dovedit pe deplin justificată şi a permis realizarea vitezelor record la forajul sondelor în devonian. Trecînd la adîncimi mai mari, în roci plastice, a apărut necesitatea de a se modifica caracteristicile turbinelor, în sensul măririi momentului şi al diminuării turaţiei. Aceleaşi cerinţe fiind justificate şi de exploatarea raţională a sapelor (role şi diamante) nu numai la sondele adînci, dar şi la cele de mică adîncime, au determinat intensificarea eforturilor depuse în U.R.S.S. pentru construcţia unor tipuri noi de turbine cu turaţie lentă.

În occident, Franţa se află în fruntea ţărilor ce utilizează forajul cu turbina, cu aproximativ 5% din metrajul forat anual. Se folosesc aproape în exclusivitate turbine de turaţie mare, cu lagăre axiale metalo-cauciucate, asemănătoare cu cele de construcţie sovietică, produse de firmele „NEYRPIC" şi „TIRASPOLSKY".

Din experienţa „Companiei franceze de petrol" a rezultat [2] că forarea cu turbina a sondelor de mică adîncime este, în general, economică în formaţiunile dure sau de duritate medie. Viteza de avansare este adesea de 3—4 ori mai mare decît în cazul forajului cu masa, deşi consumul de sape cu role este mai mare şi marşurile sînt mai frecvente.

Aplicarea forajului cu turbina în S.U.A. a fost iniţial legată de necesităţile forajului dirijat. În S.U.A. unde contractorii de foraj sînt în mod tradiţional ataşaţi forajului cu masa, turboforajul nu a cunoscut o dezvoltare demnă de menţionat. Totuşi, recentele îmbunătăţiri aduse turbinelor de foraj convenţionale în S.U.A., cît şi posibilitatea utilizării sapelor cu diamante au determinat extinderea folosirii turbinelor de foraj şi în găuri drepte.

Dintre perfecţionările mai importante aduse turbinelor convenţionale în S.U.A. şi Franţa s-au remarcat:

— îmbunătăţirea calităţii lagărelor axiale prin folosirea unor materiale de mare rezistenţă, astfel ca durata de lucru între două reparaţii să fie de 150—200 ore;

— uzinarea discurilor rotoare şi statoare din materiale care să reziste 1000—1 200 ore de funcţionare;

— montarea lagărului axial într-un cartuş detaşabil, care se poate schimba pe podul sondei după 140—200 ore de funcţionare, fapt ce reduce considerabil numărul parcului de turbine;

— utilizarea turbinelor de foraj cu sape cu diamante de o construcție specială, pentru a rezista la viteze mari de rotație și a menține diametrul găurii de sondă constant.

Metoda de foraj cu turbina, introdusă în R.S.R. în anul 1952, înregistrează o dinamică net ascendentă pînă în anul 1964 (58% din metrajul forat), după care scade continuu pînă la 12 % în anul 1971.

Forajul cu turbina a dat cele mai bune rezultate în formațiunile de fliș din Moldova, iar în alte formațiuni, pe alte zone strategrafice, utilizarea metodei cu mai puțin succes explică, în principal, dinamica descendentă din ultimii ani.

Restrîngerea sferei de lucru a turboforajului, chiar și în zona flișului a fost influențată de:

— creșterea adîncimilor de foraj, care a dus fie la o eficiență scăzută a acestei metode, fie la imposibilitatea utilizării turbinelor de construcție actuală;

— îmbunătățirea calității sapelor de foraj, în ultimul timp, care a permis creșterea indicatorilor la forajul cu masa;

— imposibilitatea folosirii la forajul cu turbinele actuale a sapelor cu jet.

Analiza realizărilor la forajul cu turbina în zona flișului, comparativ cu forajul cu masa, în condiții actuale de lucru, permite următoarele observații:

a) forajul cu turbina în Moldova prezintă avantaje numai sub două aspecte;

— reduceri importante ale uzurii garniturii de foraj, eliminarea aproape totală a ruperii garniturilor de foraj;

— executarea forajelor dirijate (absolut necesare pe terenul accidentat din Moldova) integral cu turbina, eliminarea completă a metodei de dirijare cu pana, în prezent depășită.

b) în ceea ce privește economia de timp generată de creșterea vitezei mecanice la forajul cu turbina, aceasta este aproape integral compensată de creșterea frecvenței marșurilor prin reducerea metrajului pe sapă și a duratei de lucru a sapei pe talpă, ca urmare a unei uzuri rapide a sapelor la turații mari, de 500—800 rot/min, specifice turbinelor convenționale.

Din tabela 1, care cuprinde lucrul unui număr de 2 278 de sape cu role care au fost utilizate în Moldova, cu masa și turbina, în condiții de lucru aproximativ comparabile, se observă că în cazul forajului cu turbina creșterea vitezei mecanice de două ori (198%), în raport cu forajul cu masa, s-a realizat prin reducerea metrajului de sapă cu 39% și a duratei de lucru a sapei pe talpă cu 74%.

În afară de uzura rapidă a sapelor, din exploatarea turbinelor convenționale au mai re-

TABELA 1

| SAPA | | | | TURBINĂ | | | | | | MASĂ | | | | TURBINA/MASĂ, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| φ, mm | Fabricația | TIP | Formațiunea geologică | NR sape | m | h | m/s | h/s | m/h | Nr. sape | m | h | m/s | h/s | m/h | m / sapă | ore / sapă | m/h |
| 311 | RSR | R.MTAJ | CRETACIC | 57 | 330 | 249 | 5,8 | 4,4 | 1,33 | 12 | 144 | 119 | 12,0 | 9,9 | 1,21 | 48,3 | 44,5 | 110 |
| 295 | RSR | 2R12Cb | CRETACIC | 59 | 801 | 390 | 13,6 | 6,6 | 2,05 | 13 | 449 | 374 | 34,5 | 28,8 | 1,20 | 39,2 | 22,9 | 171 |
| 244,5 | RSR | R10TA | EOCEN | 434 | 4005 | 1563 | 9,2 | 3,6 | 2,56 | 54 | 590 | 521 | 10,9 | 9,6 | 1,13 | 90,1 | 37,6 | 227 |
| | RSR | R10TA | OLIGOCEN | 488 | 2817 | 1621 | 5,8 | 3,3 | 1,74 | 105 | 914 | 943 | 8,7 | 9,0 | 0,97 | 66,6 | 3,66 | 180 |
| | RSR | R10MJ | SARMAT | 84 | 2 281 | 406 | 27,2 | 4,8 | 5,6 | 43 | 1673 | 718 | 38,9 | 16,7 | 2,33 | 70,0 | 28,8 | 241 |
| | RSR | R10MTA | SARMAT | 43 | 595 | 104 | 13,8 | 2,4 | 5,71 | 14 | 215 | 184 | 15,4 | 13,2 | 1,17 | 89,6 | 18,2 | 489 |
| 243 | RSR | 2R10Cb | TORTON | 23 | 250 | 99 | 10,8 | 4,3 | 2,51 | 23 | 306 | 327 | 13,3 | 14,2 | 0,94 | 81,0 | 30,2 | 268 |
| | RSR | 2R10Tb | MIOCEN | 33 | 230 | 132 | 4,5 | 4,0 | 1,74 | 8 | 72 | 76 | 9,0 | 9,5 | 0,95 | 76,9 | 42,1 | 183 |
| 190 | RSR | 2R8Tb | MIOCEN | 30 | 387 | 191 | 14,3 | 6,3 | 2,0 | 96 | 1623 | 1117 | 17,0 | 11,1 | 1,45 | 83,1 | 56,7 | 138 |
| | RSR | 2R8Tb | EOCEN | 72 | 616 | 248 | 8,5 | 3,4 | 2,4 | 59 | 735 | 598 | 12,3 | 10,1 | 1,23 | 69,1 | 33,5 | 195 |
| 187,3 | RSR | R8TA | EOCEN | 103 | 862 | 489 | 8,3 | 4,7 | 1,7 | 114 | 1708 | 1172 | 14,9 | 11,4 | 1,45 | 55,5 | 41,1 | 117 |
| | | R8MTA | EOCEN | 120 | 1106 | 518 | 9,2 | 4,3 | 2,14 | 119 | 12638 | 1934 | 13,8 | 10,1 | 1,37 | 66,6 | 42,5 | 156 |
| VALORI MEDII | | | | 1546 | 14.280 | 6010 | 9,2 | 3,9 | 2,4 | 732 | 11.067 | 8083 | 15,1 | 11,0 | 1,21 | 60,9 | 35,4 | 198 |

zultat următoarele aspecte generate de însăşi soluţia constructivă a acestui tip :

— pierderi mari de fluid de foraj la niplu ;

— durata scurtă între două reparaţii (în medie 35 ore), cauza principală a întreruperii funcţionării turbinei fiind uzura rapidă a elementelor lagărului axial şi depăşirea jocului axial permis ;

— cheltuieli mari de reparaţii, care în cursul unui an se ridică pe o turbină la o valoare aproape egală cu costul de achiziţie a unei turbine noi.

## 2. Consideraţii asupra necesităţii unor turbine de foraj de turaţie scăzută

### 2.1. *Influenţa cuplului TURAŢIE — APĂSARE asupra uzurii şi indicatorilor de lucru ai sapelor cu role*

În urma cercetărilor şi experimentărilor efectuate, atît în condiţii de laborator, cît şi în practica forajului, asupra sapelor cu role, s-au stabilit relaţii de legătură între TURAŢIE, APĂSARE şi : viteza mecanică, durata de lucru a sapei pe talpă, uzura danturii şi a lagărelor, metrajul pe sapă.

Relaţiile de calcul acceptate în prezent pentru aceşti parametri de către constructorii de sape cu role [3], fără a intra în detalii, au următoarea alură :

— viteza mecanică, m/h ;

$$v = C_f \cdot V_1(G) \cdot V_2(n) \cdot V_3(q) \qquad (1)$$

— durata de funcţionare a lagărelor sapei, ore :

$$T_L = C \frac{L(G)}{n} \qquad (2)$$

— durata de funcţionare a danturii sapei, ore :

$$T_2 = \frac{CaQ_1(G)Q_3(q)}{Q_2(n)} \qquad (3)$$

— avansarea sapei punînd condiţia uzurii danturii, m :

$$H_2 = C_f \cdot C_a \cdot H_1(G) \cdot H_2(n) \cdot H_3(q) \qquad (4)$$

— avansarea sapei realizată prin uzura lagărelor, m ;

$$H_L = C_f \cdot C_a \cdot H^{I}(G) \cdot H^{II}(n) H^{III}(q) \qquad (5)$$

în care :

$C_f$ este parametrul de forabilitate a rocii ;
$G$ — apăsarea pe sapă, tf/in ;
$V_1(G) = G^a$, funcţia apăsării pe sapă ;
$a = 0{,}6$ — pentru roci slabe de tip „S" ;
$a = 1$, — pentru restul rocilor, tip „SM...TA"
$n$ — turaţia sapei, rot./min,
$V_2(n)$ — funcţia turaţiei sapei, de tip exponenţial.
$V_3(q)$ — funcţia uzurii danturii, exprimată în fracţiuni din înălţimea iniţială a dinţilor.
$C$ — parametru care ţine seama de caracteristicile constructive ale sapei şi fluidului de foraj.
$L(G)$ — funcţia apăsării pe sapă în relaţia duratei de funcţionare a lagărelor
$C_a$ — parametrul abrazivităţii rocii ;
$Q_1(G)$, $Q_1(n)$, $Q_3(q)$ — funcţiile apăsării, turaţiei şi uzurii danturii, în relaţia vitezei de uzură a danturii ;
$H_1(G)H_2(n)H_3(q)$ — funcţiile apăsării, turaţiei şi uzurii danturii în relaţia metrajului pe sapă realizat prin uzura danturii.
$H^{I}(G)H^{II}(n)H^{III}(q)$ — funcţiile apăsării, turaţiei şi uzurii danturii în relaţia avansului obţinut prin uzura lagărelor.

Prin aplicarea relaţiilor (1)—(5) pentru diferite valori ale apăsării axiale, ale turaţiei, pe tipuri de roci, s-au obţinut valori corespunzătoare pentru viteza mecanică, durata de lucru şi metrajul pe sapă, permiţînd să se tragă următoarele concluzii :

1. Prin creşterea apăsării axiale de la 0,5 la 2,5 tf/in, viteza mecanică se măreşte de 5 ori în roci de tărie medie şi tari — abrazive şi numai de 2,6 ori în roci slabe, rezultînd astfel necesitatea aplicării unor apăsări axiale cît mai mari în rocile de tărie ridicată.

2. Prin creşterea turaţiei sapei de la 100 la 300 rot/min în rocile slabe şi slab-medii se realizează o creştere a vitezei mecanice de 2,3 ori, iar în rocile medii şi tari abrazive numai de 1,3 ori. În consecinţă, influenţa creşterii turaţiei asupra măririi vitezei de avansare în rocile de duritate mare nu are o importanţă majoră.

3. Creşterea apăsării axiale de la 0,5 la 3 tf/în. afectează într-o măsură de aproape 3 ori mai mult uzura lagărelor decît a danturii, în timp ce creşterea vitezei de rotaţie de la 100 la 600 rot/min influenţează de 14 ori mai mult asupra uzurii danturii decît a lagărului. *Prin urmare, cunoscut fiind că atît creşterea apăsării axiale, cît şi a vitezei de rotaţie cauzează scurtarea duratei de lucru a sapei, iar influenţa turaţiei este mult mai mare, rezultă că este raţional să se micşoreze turaţia şi să se mărească apăsarea axială.*

4. Ca urmare a scăderii duratei de lucru a sapei, la exploatarea în condiţiile unor turaţii mari, scade şi metrajul pe sapă. Acest fenomen este foarte pronunţat în roci de tării medii şi tari abrazive. *Rezultă necesitatea reducerii tura-*

*țiilor în rocile medii și tari-abrazive pentru creșterea metrajului pe sapă.*

2.2. *Turații și apăsări prescrise pentru sapele de foraj actuale.*

În constucția sapelor de foraj cu role s-a remarcat o continuă tendință de creștere a apăsării axiale prescrise și de reducere a turației, aceasta pentru a îmbina realizarea unor performanțe cît mai ridicate cu o folosire rațională a sapelor.

Sapele cu role fabricate în prezent în R.S.R. sînt prevăzute cu apăsări maxime cuprinse între 2 și 4,5 tf/in, majoritatea plasîndu-se între 3 și 4 tf/in, cu turații corespunzătoare apăsărilor maxime, de regulă sub 100 rot/min. Se remarcă, în funcție de diametrele respective, că apăsările permise pe sapă se mențin între 20 și 40 t.

Firma HUGHES din S.U.A. prescrie pentru sapele destinate forajului în roci slabe apăsări admisibile de 1,4—2,7 tf/in, cu turațiile corspunzătoare de 250—100 rot./min, iar pentru rocile de tărie medie, tari și abrazive, apăsări pînă la 4,5 tf/in, cu viteze de rotație foarte scăzute de 90—35 rot./min (tabela 2).

TABELA 2

| Nr. cr | Tipul sapei | Firma constructoare | Tipul rocii | Apăsarea, t/in. turația |
|---|---|---|---|---|
| 1. | OSC—3A | HUGHES | S | 2,7 × 100<br>1,4 × 250 |
| 2. | OSC—3 | HUGHES | S | 2,7 × 100<br>1,4 × 250 |
| 3. | DT, DTS | SMITH | S | 2,3 × 75<br>0,5 × 200 |
| 4. | OSC<br>(OSC—1—G) | HUGHES | SM | 3,2 × 60<br>1,4 × 180 |
| 5. | DT2G,<br>K2P | SMITH | SM | 2,7 × 60<br>0,5 × 175 |
| 6. | OWV | HUGHES | M | 3,6 × 40<br>1,8 × 90 |
| 7. | T2 | SMITH | MTA | 3,2 × 40<br>1,4 × 100 |
| 8. | W7 | HUGHES | T | 2,7 × 40<br>1,8 × 60<br>4,5 × 35<br>2,3 × 70 |
| 9. | W7 R<br>(W7R2) | HUGHES | TA | 4,5 × 35<br>2,3 × 70 |

Pentru sapele cu diamante normativele actuale prevăd turații cuprinse între 35 și 220 rot./min și apăsări de 1—3 tf/in, cuprinse între 4 și 30 t/sapă.

2.3. *Apăsări axiale și turații realizabile cu turbine convenționale*

După cum este cunoscut, pe suprafețele frontale ale discurilor lagărului axial al turbinei se formează o forță care acționează de sus în jos, fiind produsă de :

— acțiunea căderii de presiune din turbină pe suprafețele frontale ale rotorului (forța hidraulică) ;

— greutatea rotorului.

Aceste două forțe însumate sînt denumite *„sarcina axială a rotorului"*.

Apăsarea pe sapă realizată prin lăsarea pe talpă a unei părți din greutatea garniturii de foraj aflată deasupra turbinei acționează asupra lagărului axial în sens invers, tinzînd să anuleze efectul sarcinii axiale a rotorului.

Prin urmare, folosirea în practica forajului a unor apăsări axiale mai mici sau mai mari decît sarcina axială a rotorului produce încărcarea lagărului axial cu sarcini egale cu diferența dintre apăsarea pe talpă și sarcina rotorului, fapt ce duce la o funcționare în condiții grele a lagărului axial și la scoaterea lui rapidă din funcțiune, ca urmare a creșterii jocului axial cauzat de uzura discurilor.

Din acest motiv, în practica utilizării turbinelor convenționale cu lagăre axiale metalo — cauciucate s-a adoptat metoda lucrului cu *„lagărul axial descărcat"*, respectiv forajul cu apăsări pe talpă egale cu sarcina axială a rotorului.

Dacă se iau în considerație debitele cele mai mari de noroi, pentru turbinele folosite în prezent în R.S.R. și pentru sapele respective, se remarcă apăsări axiale teoretic realizabile de 0,7—1,9 tf/in, cu valori mai ridicate la turbinele secționale (tabela 3).

TABELA 3

| φ Turbină, in | Debitul de fluid, l/s | Sarcina totală axială, t | φ sapă, mm | t/in |
|---|---|---|---|---|
| 9 SIMPLĂ | 45—60 | 13—19,5 | 490 | 0,7—1,0 |
| | | | 446 | 0,7—1,1 |
| | | | 394 | 0,8—1,2 |
| | | | 346 | 0,9—1,4 |
| | | | 311 | 1,0—1,6 |
| | | | 295 | 1,1—1,7 |
| 9 SECȚIONALĂ | 35—42 | 16—22 | 446 | 0,9—1,2 |
| | | | 394 | 1,0—1,4 |
| | | | 346 | 1,2—1,6 |
| | | | 311 | 1,3—1,8 |
| | | | 295 | 1,4—1,9 |
| 8 SIMPLĂ | 38—45 | 11—15 | 394 | 0,7—1,0 |
| | | | 346 | 0,8—1,1 |
| | | | 295 | 0,9—1,3 |
| | | | 244,4 | 1,1—1,6 |
| 8 SECȚIONALĂ | 30—36 | 13—18 | 244,5 | 1,3—1,9 |
| 6 5/8 SIMPLĂ | 22—30 | 5,7—10 | 190 | 0,7—1,3 |
| 6 5/8 SECȚIONALĂ | 20—25 | 8—12 | 190 | 1,0—1,6 |

* Calculată pentru noroi de 1,2 kgf/dm³

În practica actuală din cadrul GIFET-Moineşti, unde turbinele secţionale au o pondere scăzută (9% din metrajul forat cu turbina), iar debitele de noroi nu corespund exact cu valorile din tabela 3, apăsările axiale se plasează în intervalul 0,5—1,00 tf/in.

Turbinele convenţionale folosite în prezent în R.S.R. dezvoltă la puterea maximă turaţii de 500—800 rot/min. Încercarea de a reduce turaţia turbinei prin mărirea apăsării pe sapă în virtutea legii: „puterea = cuplu × turaţie", nu este practic realizabilă la turbinele convenţionale de foraj prevăzute cu lagăre axiale metalo — cauciucate din următoarele cauze:

— puterea scade rapid o dată cu reducerea turaţiei, curba puterii fiind descendentă în intervalul n-optim — zero;

— instabilitatea turbinei la turaţii joase duce la atingerea punctului de „frînare";

— uzura rapidă a lagărului axial, care ar lucra sub sarcină;

— pierderi considerabile prin frecare în lagărul axial, care reduc puterea transmisă la sapă.

Comparînd caracteristicile de apăsare şi turaţie ale turbinelor convenţionale şi ale sapelor cu role, rezultă situaţia din tabela 4.

Tabela 4

| Parametri de lucru | Turbină | Limite prescrise pentru sape cu role | Raport caracteristici sapă/turbină |
|---|---|---|---|
| Apăsare —t/sapă | 6—18 | 20—40 | 3—2 |
| —t/in | 0,7—1,9 | 2—4,5 | 3—2 |
| turaţia, rot./min | 500—800 | 70—250 | de 7—3 ori mai mic. |

Se observă că *turbinele de foraj convenţionale, din punctul de vedere al capacităţii de foraj, nu corespund unei utilizări raţionale a sapelor, realizînd apăsări de 2—3 ori mai mici decît limita prescrisă pentru sapele cu role şi turaţii de 3—7 ori mai mari.*

Pentru utilizarea raţională a sapelor cu role, în special în roci de duritate medie, tari şi tari — abrazive, apare necesitatea adoptării unor turbine de concepţie nouă, care să asigure turaţii scăzute şi apăsări axiale mărite.

### 3. Principii de construcţie a turbinelor lente

Pînă în prezent s-au remarcat următoarele căi adoptate pentru construcţia turbinelor de foraj lente:

— reducerea momentelor pierdute prin frecare şi modificarea constructivă a paletelor turbinei convenţionale pentru a se obţine o curbă ascendentă a momentului spre turaţii joase (Franţa şi U.R.S.S.);

— folosirea unui reductor de turaţie pentru a se obţine o turaţie joasă în domeniul regimului de mers stabil al turbinei (Anglia);

— folosirea unor motoare hidraulice de fund principal diferite de turbinele clasice (S.U.A.).

Turbinele realizate în Franţa şi U.R.S.S. reprezintă pe plan mondial soluţia celor mai lente turbine de foraj construită pînă în prezent, cu o turaţie de regim de 150—350 rot./min, ambele ţări folosind acelaşi principiu, de modificare a paletelor convenţionale în „palete lente", cu căderi de presiune şi debit variabil, curba presiunii fiind înclinată către frînarea turbinei.

Turbina engleză cu reductor de construcţie Whitlle, deşi interesată ca posibilităţi de lucru [4] — apăsare axială 27 t, foraj cu jet la 105 kf/cm², căderi mici de presiune de 29—37 kgf/cm², condiţii ideale de funcţionare a rulmenţilor prin ungere cu ulei necontaminat cu noroi şi un sistem original de etanşare, întregul ansamblu fiind încadrat în diametrul exterior de 8 in, prezintă totuşi dezavantajul unor turaţii de 425—525 rot./min, plasate ca ordin de mărime către şi peste limita superioară a turbinelor lente.

Turbina americană Dyna Drill, realizată în exclusivitate pentru devierea găurilor de sondă construită pentru cupluri scăzute de 32—80 kg m şi pentru puteri maxime de 82 CP, nu corespunde necesităţilor de foraj normal în găuri drepte.

În consecinţă, se va prezenta principiul de funcţionare a turbinelor cu „palete lente" construite în U.R.S.S. şi Franţa [5].

Regimul de lucru al unei turbine de foraj (fie de mare turaţie, fie lentă) relevă un echilibru între cuplul motor, invers proporţional cu viteza de rotaţie a turbinei, şi cuplul de distrugere al rocii, în general foarte variabil.

Oricărei creşteri instantanee a cuplului de distrugere a rocii îi corespunde o scădere de turaţie a turbinei şi, prin urmare, o mărire relativă a cuplului motor. În cazul funcţionării apropiate de viteza nominală, de exemplu 600—800 rot./min în cazul turbinei convenţionale, figura 1, fluctuaţiile de regim sînt puternic amortizate de către energia cinetică înmagazinată în rotor, energie care este direct proporţională cu pătratul turaţiei şi cu rezerva cuplului motor pînă la frînare.

Dimpotrivă, la turaţii joase, sub 400 rot/min (fig. 1), rezerva cuplului motor înainte de frînare, faţă de fluctuaţiile cuplului de distrugere a rocii, poate fi insuficientă.

Acest fapt este agravat la turaţii joase, pe de o parte, de către valoarea redusă a energiei cinetice a rotorului, iar pe de alta de pierde-

rile de cuplu motor în lagărele cauciucate, care echipează turbinele clasice actuale.

Pentru remedierea acestor dificultăţi de instabilitate a turbinelor convenţionale s-au considerat necesare [5] următoarele modificări :

— reducerea pierderilor de cuplu în lagăr prin înlocuirea lagărelor metalo-cauciucate clasice prin lagăre cu bile ;

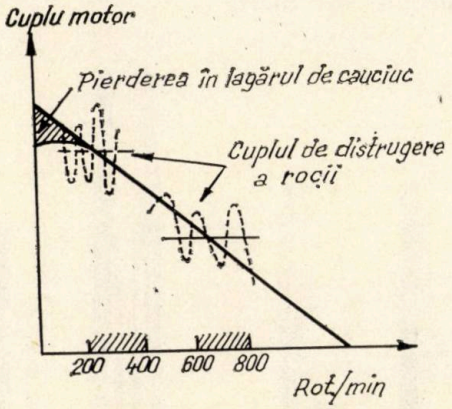



Fig. 1 Instabilitatea turbinei la turaţie joasă

— modificarea profilului paletelor (fig. 2), pentru a mări rezerva de cuplu motor la viteze scăzute de rotaţie, pierderea de presiune în cazul acestor palete fiind variabilă şi scăzînd către cuplul de frînare, respectiv la turaţii joase (fig. 3).

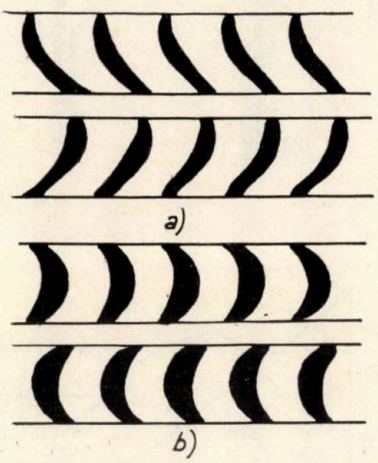



Fig. 2 a-palete convenţionale ; b-palete de turaţie lentă

Dacă instalaţia de foraj este capabilă să crească debitul în momentul micşorării presiunii turbina poate să dispună de un debit mai mare, şi implicit un cuplu mai mare.

Prin urmare, s-a ajuns la concluzia că paletele turbinei lente (tip Z) permite o creştere importantă a cuplului motor la turaţii scăzute, cu condiţia ca sistemul de alimentare cu fluid a turbinei să permită variaţia debitului în funcţie de reducerea pierderilor de sarcină în turbină.

În urma cercetărilor făcute pentru reglarea debitului de alimentare în funcţie de variaţia căderii de presiune în turbină, s-au stabilit următoarele căi :

a. Lucrul la *putere hidraulică constantă* prin folosirea unui convertizor hidraulic de cuplu montat la pompa de noroi.

b. Lucrul la *presiune constantă* prin montarea la intrarea în turbină a unei clapete de descărcare reglată la presiunea de frînare a turbinei ; la regimul normal de lucru al turbinei, presiunea fluidului de foraj fiind superioară celei de frînare, o fracţiune de debit este deviată prin clapeta în spaţiul inelar. Cînd turaţia turbinei tinde să se micşoreze, clapeta se închide şi un debit de noroi mai mare traversează turbina. Acest sistem a fost elaborat de specialiştii sovietici.

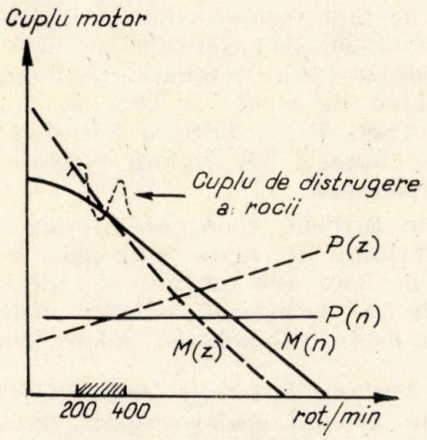



Fig. 3 Comparaţia cuplului motor ;
— palete şi rulmenţi convenţionali (N) ; ---palete lente şi rulmenţi cu bile (z). P(z), P(N) căderea de presiune.

Trebuie menţionat, însă, faptul că atît sistemul de reglare cu convertizor, cît şi cel cu clapetă nu prezintă, pînă în prezent, soluţii ideale de reglare a debitului de noroi, din următoarele cauze :

— în sistemul cu convertizor de cuplu, începînd de la adîncimi de peste 1500 m, timpul de *răspundere* al pompei la variaţiile presiunii de intrare în turbină devine prea mare, iar debitul suplimentar necesar în turbină soseşte cu întîrziere ;

— în sistemul de reglare a debitului cu clapetă, la orice regim de lucru al turbinei (cu excepţia cazului limită de frînare), pompele produc un debit excedentar, care atinge 30% din cel util, ceea ce reduce randamentul hidraulic global.

## 4. Tipuri caracteristice de turbină lente

În prezent, supremaţia în construcţia de turbine lente o deţine U.R.S.S., atît ca diversitate, cît şi ca amploare a fazelor de elabo-

rare (cercetare, prototip, experimentări în condiţii de sondă, producţie de serie).

În ultimii ani, în U.R.S.S. s-au realizat mai multe tipuri de turbine lente, avînd ca scop următoarele performanţe de bază:

— turaţii de regim la 100—400 rot/min;

— apăsări axiale pînă la 4 tf/in;

— căderi de presiune în sape cu jet pînă la 60 kgf/cm².

S-au remarcat următoarele tipuri constructive de bază:

— turbine cu număr mare de etaje;

— turbine lente obişnuite;

— turbine cu multiplicator de debit cu ejector;

— turbine cu corp rotativ.

4.1. *Turbine cu un număr mare de etaje*

Sînt de fapt turbine convenţionale echipate cu 300 — 500, de etaje cuprinse în 3—4 secţiuni cuplate [6]. În tabela 5 se observă astfel de turbine de tipul: 3 TSS—9, 3 TSS—9 TL, 3 TSŞ—$7^1/_2$ 3 TSS—6 5/8 şi 3 TSŞ—6 5/8 TL, notaţia TL indică turnare de precizie a paletelor.

Aceste turbine, concepute pentru necesităţile forajului de mare adîncime, realizează turaţii de 350—500 rot./min şi căderi de presiune de 50—90 kgf/cm², avînd o eficienţă mai scăzută decît turbinele cu palete lente.

4.2. *Turbine de turaţie lentă obişnuită*

Au în general acelaşi aspect ca turbinele convenţionale, diferenţa constînd în: lagăre axiale şi radiale oscilante (cu bile) şi palete de turaţie lentă (fig. 4). După cum se observă din figura 6, curba căderii de presiune la acest tip de turbină este înclinată către frînarea turbinei, permiţînd scăderea pierderii de presiune la turaţii scăzute. Din tabela 5 se observă următoarele construcţii mai reprezentative: A9K5S şi 3 TSŞ—7 1/2 TL. Aceste turbine au fost ulterior îmbunătăţite prin tipurile: A9K5Sa şi 3 TSŞ—7 1/2 TL. cu ax principal.

**Turbina A9K5Sa,** denumită „cu moment mare" [7], este echipată cu o garnitură metalică frontală, care permite folosirea sapelor cu jet pînă la o presiune de 60 kgf/cm². Acest lucru este posibil şi datorită unei pierderi de presiune scăzută în turbină de 32—47 kgf/cm² (tabela 5). Turbina dezvoltă un cuplu maxim de 650 kgm. Se execută cu două secţiuni de cîte 110 etaje, cuplate cu ajutorul unei mufe conice. Lagărul axial montat la partea inferioară a turbinei este format din 12 rînduri de rulmenţi cu bile I 812. Caracteristicile turbinei permit forajul pe o gamă largă de turaţii, de la 180 la 300 rot/min, şi apăsări de la 20 pînă la 40 t.

**Turbina TSS — 7 1/2 TL „cu ax principal"** a intrat în producţie de serie la sfîrşitul anului 1967. Turbina se compune din secţiuni cuplate şi un ax principal la partea inferioară, detaşabil împreună cu lagărul axial. Secţiunile turbinei au cîte 110 etaje fiecare, sînt prevăzute cu palete de turaţie lentă şi cîte 4 lagăre radiale metalo — cauciucate. Numărul secţiunilor cuplate se poate schimba în funcţie de condiţiile de lucru.

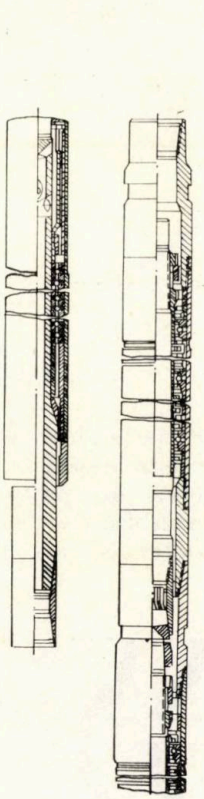


Fig. 4

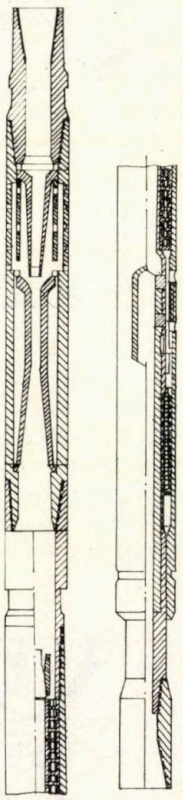


Fig. 5

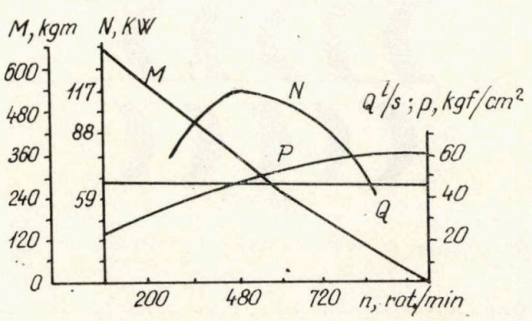



Fig. 6 Caracteristica turbinei $A_9K_5Sa$: Q — debitul pompelor 45 l/s (constant); M-momentul la axul turbinei; N—puterea efectivă la axul turbinei; P—căderea de presiune în turbină.

La, axul principal sînt montate 12 etaje ale regulamentului cu bile şi 2 lagăre radiale metalo — cauciucate. Ungerea şi răcirea lagărelor se fac cu ajutorul fluidului de foraj.

TABELA 5

| Tipul turboburului | Nr. treptelor turbine (numărul de secţii) | Debitul de fluid, l/s | Turaţia pe minut la regimul de lucru | Cuplul motor (mom. de rot.) la reg. de lucru, kgf.m | Căderea de presiune la turbină, kgf/cm² | Observaţii |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3TSS – 9 | 317(3) | 28–34 | 375–455 | 260–380 | 58–85 | de serie |
| 3TSŞ – 9TL | 317(3) | 34–42 | 380–470 | 320–490 | 54–82 | lot experimental |
| A9K5S | 240(2) | 45–55 | 150–180 | 430–650 | 32–47 | lot experimetal |
| 3TSŞ–71/2 | 285(3) | 20–23 | 475–545 | 138–182 | 62–83 | lot industrial |
| 3TSŞ–71/2 TL | 330(3) | 36–40 | 295–330 | 220–246 | 30–37 | de serie |
| A7N1S | 230(2) | 30–35 | 230–280 | 206–290 | 38–52 | de serie |
| 3TSŞ–65/8 | 369(3) | 15–17 | 420–475 | 114–146 | 70–90 | de serie |
| 3TSŞ–65/8 TL | 435(3) | 22–28 | 345–440 | 135–220 | 58–76 | lot industrial |
| 3TSŞ–61/2 TL | 353(3) | 22–26 | 385–455 | 115–160 | 48–77 | lot industrial |

Durata de lucru a lagărului axial este cu 30–50% mai mare decît la turbinele convenţionale.

Lagărul axial uzat se poate înlocui cu altul nou, chiar la sondă. Datorită unei bune etanşări a axului se reduc pierderilor fluidului de foraj, fapt ce permite utilizarea sapelor cu jet.

Comparativ cu turbinele convenţionale cuplate, de acelaşi diametru, turbina TSŞ–7 1/2 TL „cu ax principal" realizează turaţii şi căderi de presiune de 2 ori mai mici, utilizînd debite de noroi de 1,6 ori mai mari.

4.3. *Turbine cu multiplicator de debit cu ejector.* Sînt turbine de turaţie lentă obişnuite, echipate cu un dispozitiv numit „multiplicator de debit cu ejector" (fig. 5), care are rolul de a antrena suplimentar noroi din spaţiul inelar (dintre turbină şi gaură) şi a-l trimite în turbină, după care, acesta este trimis din nou în spaţiul inelar, înainte de a ajunge la sapă. Absorbirea noroiului din spaţiul inelar se face pe baza unei reduceri a presiunii creată cu un ajutaj. În acest mod se asigură debitul suplimentar necesar turbinii cu turaţie lentă, cînd presiunea scade către „momentul de frînare", realizîndu-se astfel reglarea automată a debitului de noroi.

4.4. *Turbina cu corp rotativ* face parte din categoria turbinelor de turaţie lentă, fiind echipată cu palete lente şi lagăre cu bile. Această turbină diferă constructiv de celelalte turbine lente, prin aceea că are corpul exterior rotativ, care transmite rotaţia direct la sapă (fig. 7). Axul turbinii este găurit [8], permiţînd circulaţia noroiului de foraj care intră în turbină. Noroiul de foraj trece prin axul găurit (fig.7) şi se împarte în două şuvoaie : unul circulă în sus, trece prin toate etajele turbinii, iar apoi, prin orificiile din corp aflate la partea superioară a turbinii, ajunge în spaţiul inelar al găurii de sondă. Al doilea circuit de noroi, sub acţiunea căderii de presiune din turbină, iese cu mare viteză prin duzele sapei, realizînd efectul de jet. Turbina realizează turaţii scăzute, limita superioară fiind de 350 rot/min.

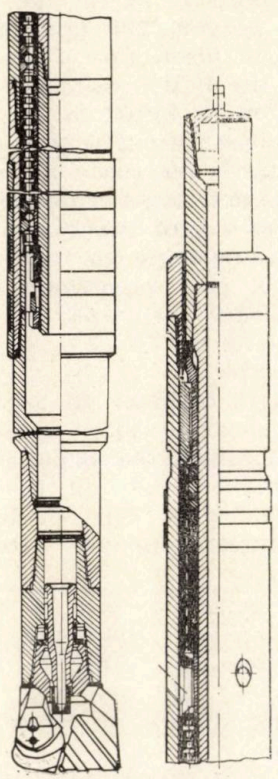


Fig. 7

Turbina cu corp rotativ prezintă următoarele avantaje, faţă de restul turbinelor de turaţie lentă :

1. Uniformitate mai bună a rotaţiei, momentul de inerţie al masei de rotaţie fiind mai mare.
2. În cazul utilizării forajului cu jet, căderea de presiune a sapelor produsă în duze nu se adaugă la căderea de presiune din turbină.

Presiunea care se formează în sapele cu duze este folosită în acelaşi timp şi în turbină şi poate ajunge pînă la 80—100 kgf/cm $^2$.

3. În urma experimentării acestor turbine s-a constatat că dau rezultate bune în condiţii geologice, complicate, cu tendinţa de deviaţie. S-a remarcat o deosebită eficienţă în cazul sapelor cu diamante, ca urmare a lucrului cu turaţii scăzute şi debite de noroi mari, la valoarea unor apărări axiale permise de sape.

## 5 Realizări la forajul cu turbină lentă

5.1. *Turbina A9K5Sa* a fost experimentată în condiţii de sondă în vestul Ucrainei [9]. În această zonă, formaţiunile de fliş subcarpatic sînt constituite din argile cu sare, argilite, alevrolite şi gresii. Stratele se prezintă sub formă de anteclinale cutate cu discordanţe de tip transgresiv. În această regiune se constată o tendinţă pronunţată de deviere a găurilor de sondă, din cauza alternanţei stratelor de duritǎţi diferite, care se află sub unghiuri mari de înclinare.

S-au experimentat 19 turbine A9K5 Sa cu sape cu role de 269, 295 mm pentru roci de tărie medie, tare, foarte tare şi sape cu diamante de 267 mm tip ICM, realizîndu-se un volum total de 17 908 m foraţi la 28 de sonde, la adîncimi cuprinse între 125 şi 3512 m.

Experimentările efectuate în condiţiile arătate au permis să se tragă următoarele concluzii.

a. A rezultat o netă superioritate a turbinei A9K5Sa, în comparaţie cu turbina convenţională TS5B—9, prin *capacitatea de a asigura creşterea avansării pe sapă cu 45—50% şi a vitezei mecanice cu 20—25% pe toate orizonturile stratigrafice.*

b. Construcţia turbinei dă posibilitatea alegerii celei mai avantajoase apăsări şi rotaţii în funcţie de forabilitatea rocilor şi de adîncime, turbina lucrînd cu sape cu role la apăsări de 30—40 tone şi cu sape cu diamante pînă la 20 t, la turaţii cuprinse între 350 şi 150 rot./min.

c Lagărul axial cu role a dat rezultate foarte bune cu sape cu diamante, durata medie dintre două reparaţii fiind de 170 ore, cea maximă atingînd 240 ore, fapt ce a permis realizarea unor durate de lucru pe talpă de 130—230 ore.

d. Durata dintre două reparaţii ale turbinei în cazul sapelor cu role a crescut faţă de turbinele convenţionale de la 30—40 la 61—64 ore, de 1,7—2 ori.

e. Eficienţa economică a turbinelor lente de tip A9K5Sa experimentate în condiţii de fliş s-a concretizat prin : economie de sape, reducerea numărului de reparaţii ale turbinei, economie de timp la pornirea turbinei, la avansare şi la manevre.

Pentru o sondă de 3512 m, au rezultat următoarele economii, comparativ cu turbina convenţională :

— 128 de sape cu role economie pe sondă ca urmare a creşterii metrajului pe sapă de la 8,9 la 13,4 ;

— 1 155 ore la lucrări de introducere — extragere şi pregătire, datorită reducerii numărului de sape ;

— 172 ore datorită creşterii vitezei mecanice de foraj ;

— 62 ore economie prin siguranţa pornirii turbinei cu turaţie lentă faţă de cea convenţională ;

— 22 de reparaţii de turbine mai puţin, ca urmare a dublării duratei dintre două reparaţii.

5.2. *Rezultate obţinute cu turbina lentă cu corp rotativ TBK.*

Turbina cu corp rotativ TBK a fost construită experimental de laboratorul turbinelor cu moment mare de la VNIIBT, cu diametrul exterior de 270 mm, în lungime de 10,5 m, [10].

Experimentarea turbinei cu corp rotativ s-a făcut în condiţii grele de deviaţie, din care cauză s-a adoptat următorul sistem de rigidizare a porţiunii inferioare a garniturii de foraj :

— sapă cu role $\varphi = 295$ mm
— stabilizator TPC — 12.
— prăjină cu pereţi groşi $\varphi = 240$ mm, în lungime de 8 m.
— stabilizator TPC—12
— turbină TBK = 270 mm
— prăjini grele $\varphi = 203$ mm în funcţie de apărarea necesară.

TABELA 6

| Condiţii şi caracteristici de lucru | Turbina convenţională T 12 M 5 B | Turbina lentă cu corp rotativ TBK—9 |
|---|---|---|
| Formaţiunea geologică | EOCEN | |
| Interval forat, m | 290—1040 | |
| Tipul sapelor | y295 CT, T, K (cu role) | |
| $\varphi$ duză centrală, mm | — | 10, 12, 16 (schimbate succesiv) |
| Apăsare axială, t | 4—6 | 8—10 |
| Debit la pompă, l/s | 45—50 | 58—48 |
| Debit la sapă, l/s | 35—40 | 8—19 |
| Viteza de jet, m/s | 20 | 130—100 |
| Presiunea la pompare, kgf/cm$^2$ | 110 | 80—100 |
| Avansare pe sapă, m | 8,8 | 13,0 |
| Viteza mecanică, m/h | 1,7 | 3,1 |

În tabela 6 se prezintă una dintre experimentările turbinei TBK, comparativ cu turbina convenţională de acelaşi diametru. În regiunea respectivă, restricţia la apăsare în cazul turbinii convenţionale a fost de maximum 5 t, iar în cazul turbinii lente cu corp rotativ nu s-au aplicat restricţii la apăsare.

Din tabela 6 se constată creşterea vitezei mecanice cu 82% şi a avansării pe sapă cu 48%, ca urmare a dublării apăsării (fără pericolul devierii găurii) şi, în acelaşi timp, prin îmbunătăţirea curăţirii tălpii la viteze de jet de 5—6 ori mai mari. Puterea hidraulică transmisă la talpă a fost de 60—120 kW faţă de 30 KW la turbina convenţională.

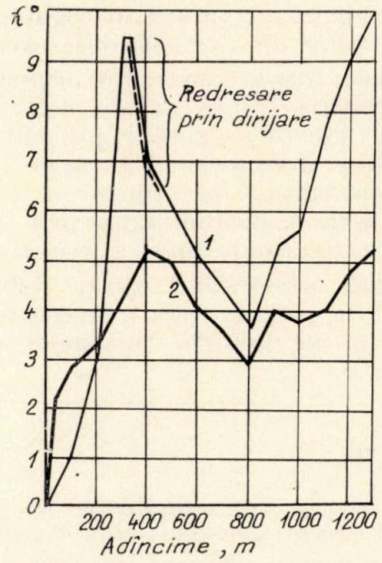



Fig. 8 1 — Foraj cu turbina convenţională şi restricţie la apăsare :
2 — Foraj cu turbină lentă T K B, fără restricţie la apăsare

La viteze mecanice în diferite durităţi pînă la 35 m/h, curăţirea tălpii a fost corespunzătoare. Durata dintre două reparaţii a fost de 70 ore, faţă de 40 ore la turbinele convenţionale. Duza centrală construită din material ceramic rezistă 30—40 ore la viteze de jet de 140 m/s. Din figura 8 se observă avantajul folosirii turbinei cu corp rotativ în condiţii grele de deviaţie.

5.3. *Efectul utilizării turbinei lente cu sapa cu diamante*

Numeroase experimentări efectuate în U.R.S.S au dovedit creşterea vitezei de penetraţie a sapei cu diamante la o rotaţie, în cazul acţionării cu turbine lente, ca urmare atît a creşterii apăsării specifice, cît şi a unei curăţiri mai bune a tălpii sondei, asigurată de puterea hidraulică mărită trimisă la talpă de turbina lentă. În final, la terminarea marşului, chiar în cazul obţinerii unei viteze medii mecanice aproximativ egale cu cea realizată de turbina convenţională, se remarcă avantajul net al utilizării turbinei lente, prin creşterea duratei de lucru al sapei cu diamante şi, respectiv, a metrajului pe marş (fig. 9).

Din tabela 7 se observă că sapa cu diamante DPC—241—$C_5$ utilizată la o turbină lentă de 190 mm [11], prin dublarea apăsării şi reducerea la jumătate a turaţiei, obţine o dublare a avansării pe marş şi a duratei de lucru pe talpă, faţă de acţionarea cu turbina convenţională.

TABELA 7

| Condiţii şi caracteristici de lucru | Turbina convenţională TCM—190, 3 secţii | Turbina lentă 2 secţii, $\varphi_z$ 190 mm |
|---|---|---|
| Formaţiunea geologică | Surahansk (roci plastice) | Sabuncinsk (roci plastice) |
| Interval forat, m | 2413—2507 | 2616—2802 |
| Sapa | D.P.C.241C (diamante) | |
| Apăsare axială, t | 6—7 | 8—12 |
| Turaţia, rot. min | 940—700 | 480—300 |
| Debit, l/s | 30 | 32 |
| Metri pe marş | 84 | 186 |
| Durata, ore/marş | 82,2 | 160 |
| Viteza mecanică, m/h | 1,14 | 1,16 |
| Presiunea la pompe kgf/cm² | 140 | 120—130 |

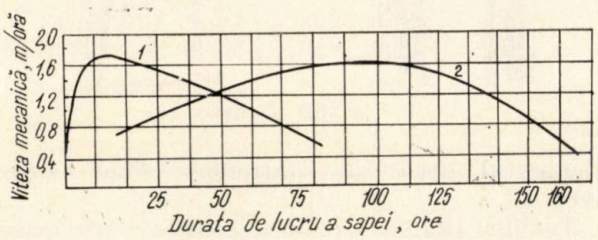



Fig. 9 1 — Turbină convenţională; 2 — Turbină lentă.

## 6. Turbine lente de foraj inventate şi neconstruite pînă în prezent

Cercetarea fondului inventiv al turbinelor lente de foraj neconstruite pînă acum prezintă importanţă numai în măsura în care acestea reprezintă un potenţial tehnic mai ridicat decît cele construite şi utilizate.

Pornind de la acest considerent, se remarcă în mod deosebit „*turbina convertizoare*" inventată de dr. ing. Lari Ion, patent publicat în

„Official Gazette" — U.S.A. nr. 857—5—31. XII. 1968. Este o turbină lentă (110—240 rot/min) cu corp rotativ, axul turbinii cu secţiune de solid, de aproximativ egală rezistenţă, nu antrenează sapa, fiind un element reactiv,

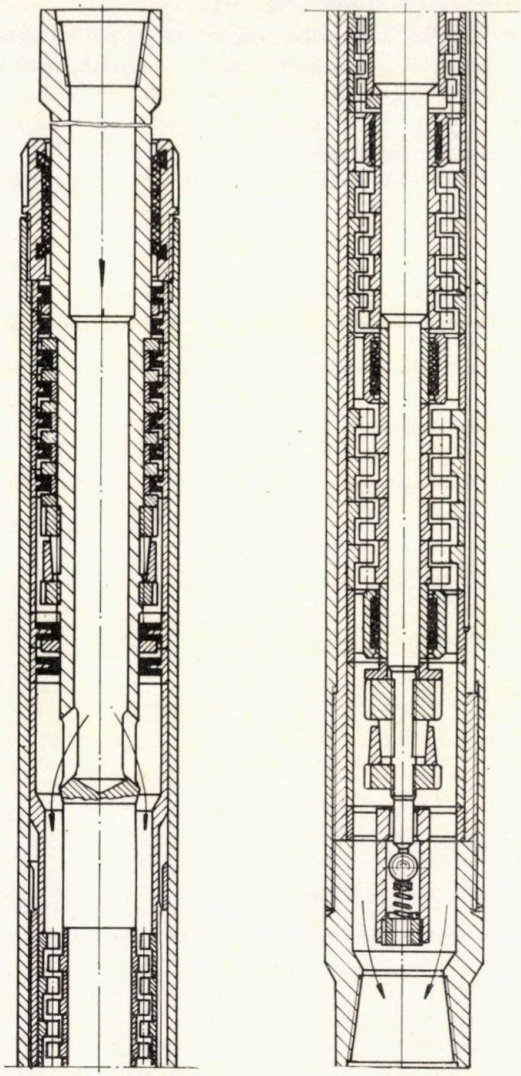


Fig.10 Turbină convertizoare.

elementul activ de antrenare fiind corpul turbinei.

Turbina (fig.10) este prevăzută cu trei grupe de ansambluri rotoare — statoare, cu elemente dimensionale diferite între ele, constituind trei turbine : turbina de înaltă turaţie şi cuplu mic, turbina de turaţie mijlocie şi cuplu mijlociu şi turbina de turaţie scăzută şi cuplu mare.

Toate aceste trei turbine sînt montate pe axul de egală rezistenţă şi antrenează corpul turbinei.

La apăsări mari pe sapă, turbina lucrează în zona de stabilitate a turbinei inferioare cu turaţia scăzută şi cuplu mare, la apăsări mai mici, în zona de stabilitate a turbinei medii, iar la apăsări mici, în zona turbinei de turaţie ridicată. Prin urmare, turbina acţionează sapa cu turaţii şi cupluri diferite, în funcţie de apăsarea pe sapă, lucrînd, însă, în zona de stabilitate. La partea inferioară, turbina este asigurată cu un dispozitiv de preluare a vibraţiilor longitudinale prevăzut cu arc şi bilă.

Turbina convertizoare permite adoptarea lagărelor oscilante cu bile şi completarea pentru a deveni turbină cuplată.

Pentru diametrul de 6.5/8 in s-a calculat la un debit de 23 1/s un cuplu de 113,5 kgf/m.

Potenţialul tehnic ridicat al turbinei convertizoare rezultă din următoarele avantaje :

a) reuneşte într-o construcţie originală avantajele turbinelor lente şi ale celor cu corp rotativ, ca : turaţie scăzută, cuplu ridicat, etanşare bună a noroiului între axul şi corpul turbinei, posibilităţi de utilizare a sapelor cu jet, protejarea lagărului axial prin scoaterea sa din zona circuitului direct a jetului de noroi ;

b) elimină necesitatea reglării debitului de noroi, care în prezent este una dintre problemele dificile ale folosirii turbinelor de foraj-ente.

## BIBLIOGRAFIE


1. Ioannesian, R.A. Perspectivele dezvoltării forajului cu turbina, Nefteanoe hoziaistvo, nr. 7, 1969
2. Brun, A. Creşterea eficienţei economice şi rezolvarea problemelor dificile de foraj cu ajutorul turbinelor de foraj WORLD OIL, aug. 1, 1969.
3. Constantinescu, D. şi Mereanu V, Sape de foraj, Ed. tehnică, Bucureşti, 1970.
4. * * * Composite catalog, I, 1970—1971
5. Thiery, J. şi Flamand, M. Al 3-lea colocviu al A. R. T. F. P., Paris, sept. 1968.
6. Ioannesian, R, A. şi M. T. Gusman, Forajul turborotativ în cinstea celei de a 50-a aniversări a revoluţiei socialiste din octombrie, Burenie, nr. 11, 1967,
7. Rudaovscki I. E. şi Suvonova, N. A. Problema eficienţei economice a turboburelor A9K5Sa, Nefteanoe hoziaistvo, nr. 11, 1969.
8. Ioannesian R.A. Utilizarea în foraj a turbinelor cu corp rotativ, Nefteanoe hoziastvo. nr. 1, 1971
9. Ceaikovski E. P. şi Tiunin, P. C. Rezultate industriale ale experimentării turbinei A9K5Sa. Nefteanoe hoziaistvo, nr. 2, 1970
10. Kraveţ S. G. şi alţii. Experimentări industriale ale turbinei cu corp rotativ, Nefteanoe hoziastvo, nr. 1, 1972
11. Hubov A. N. şi alţii. Efectul aplicării turbinelor lente la forajul cu sape cu diamante, Burenie, nr. 4. 1972

# Un principiu de reciprocitate pentru medii poroase neomogene

HORIA I. ENE

Este cunoscut de foarte mult timp, în special datorită măsurătorilor experimentale, următorul principiu de reciprocitate: „înălțimea piezometrică măsurată într-o sondă $A$, ca efect al pompării cu un debit $Q$ într-o altă sondă $B$, este egală cu înălțimea piezometrică măsurată în $B$, ca efect al pompării în $A$, cu același debit $Q$, în același interval de timp". Demonstrația matematică a acestui principiu a fost dată de Joselin de Jong și se găsește reprodusă în lucrarea lui B r u g g e m a n [1]. În fond, această demonstrație folosește esențial proprietatea sistemelor diferențiale adjuncte.

Obiectul acestei lucrări este de a vedea dacă un asemenea principiu este valabil pentru cazul mai general, a $m$ sonde plasate într-un mediu poros. Pentru cazul general a $m$ sisteme diferențiale adjuncte, asemenea principii au fost demonstrate de M o i s i l [2]. Folosind aceste principii, vom demonstra un principiu general, pentru cazul a $m$ sonde, atît în cazul mișcării staționare, cît și în cel al mișcării nestaționare. De asemenea, spre deosebire de cazul lui J o s e l i n d e J o n g, se va arăta că acest principiu este valabil și în cazul în care în ecuația de mișcare se consideră termenii inerțiali.

**1. Cazul staționar.** Se consideră un mediu poros neomogen și anizotrop, care ocupă un domeniu $D$ al spațiului tridimensional $O\,x\,yz$, mărginit de o suprafață $S$, care se va presupune fie impermeabilă, fie suprafață de alimentare. În acest mediu sînt practicate $m$ sonde care au suprafețele de contact cu mediul poros $S_k$ ($k = 1,\ 2,\ \ldots,\ m$). Dacă pompăm în sonda $i$, atunci în domeniul $D$ va lua naștere o mișcare guvernată, în cazul staționar, de sistemul de ecuații:

$$\begin{cases} \vec{v}_i = -\bar{\bar{k}}\ \text{grad}\ h_i \\ div\ \vec{v}_i = 0 \end{cases} \quad (1 = 1,2,\ \ldots\ \text{m}), \qquad (1)$$

fie acum vectorul:

$$\vec{u} = \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (h_i \vec{v}_j - h_j \vec{v}_i) \quad (\text{p} < \text{m}) \qquad (2)$$

În mod evident $div.\ \vec{u} = 0$ și atunci formula lui Green;:

$$\iint_S \vec{u}\ \vec{n}\ ds = \iiint_v div\ \vec{u}\ dv$$

va da:

$$\iint_S \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (h_i \vec{v}_j - h_j \vec{v}_i)\, \vec{n}\ d_s = 0 \qquad (3)$$

sau încă:

$$\iint_S \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (h_i\, v_{jn} - h_j\, v_{in})\ d.s = 0 \qquad (3')$$

unde s-a notat $v_{in} = \vec{v}_i \,.\, \vec{n}$, componenta normală a vitezei.

Suprafața $S$ este formată din $S'$ și suprafețele sondelor $S_k$. Cum însă s-a presupus că $S'$ este suprafață de alimentare sau suprafață impermeabilă, atunci avem sau $h_i = 0$ sau $v_{in} = 0$ și deci integrala pe $S'$ este zero. Rămîne că:

$$\sum_{k=1}^{m} \iint_{S_k} \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (h_i\, v_{jn} - h_j\, v_{in})\ ds = 0 \qquad (3'')$$

sau încă:

$$\iint_{S_j} \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} h_i\, v_{jn}\ ds - \iint_{S_i} \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} h_j\ v_{in}\ ds -$$

$$- \iint_{S_j} \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} h_j\, v_{in}\ ds + \iint_{S_i} \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} h_i\ v_{jn}\ ds +$$

$$+ \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i,j}}^{m} \iint_{S_k} \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (h_i\, v_{jn} - h_j\, v_{in})\ ds = o \qquad (4)$$

Înălțimea piezometrică pe conturul sondei este o constantă și se va nota cu $h_i^j$ înălțimea măsurată în sonda $j$ ca efect al pompării în sonda $i$. Deci integralele vor avea următoarele valori:

$$\iint_{S_j} v_{jn}\ ds = Q_j; \quad \iint_{S_i} v_{in}\ ds = Q_i; \quad \iint_{S_j} v_{in}\ ds = 0$$

$$\iint_{S_i} v_{jn}\ ds = 0; \quad \iint_{S_k} v_{in}\ ds = 0\,(k \neq i);$$

$$\iint_{S_k} v_{jn}\ ds = 0 (k \neq j),$$

unde $Q$ reprezintă, evident, debitul, fiind integrala pe conturul sondei a vitezei normale. Relaţia (4) dă deci :

$$\sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (h_i^j Q_j - h_j^i Q_i) = 0 \qquad (5)$$

Evident, pentru $Q_1 = Q_2 = \ldots = Q_m$ această relaţie se scrie :

$$\sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (h_i^j - h_j^i) = 0 \qquad (6)$$

şi reprezintă principiul de reciprocitate căutat pentru cazul general a $m$ sonde.

**2. Cazul nestaţionar.** În acest caz pomparea într-o sondă $i$ are ca efect mişcarea guvernată de ecuaţiile :

$$\begin{cases} a\bar{\bar{k}} \dfrac{\partial \vec{v}_i}{\partial t} + \vec{v}_i = -\bar{\bar{k}} \operatorname{grad} h_i \\ \qquad\qquad (i = 1,2 \cdots m) \\ div\ \vec{v}_i = -S \dfrac{\partial h_i}{\partial t} \end{cases} \qquad (7)$$

unde $a$ este o funcţie de porozitate, iar $S$ este saturaţia.

În ipoteza că mediul îşi conservă structura în timp, ceea ce revine la a presupune că porozitatea, permeabilitatea şi saturaţia sînt funcţii numai de coordonatele $x$, $y$, $z$ şi nu sînt funcţii de timpul $t$, luînd transformata Laplace a sistemului (7), se obţine :

$$\begin{cases} a\bar{\bar{k}} ( -\hat{\vec{v}}_i (0) + s \hat{\vec{v}}_i) + \hat{\vec{v}}_i = -\bar{\bar{k}} \operatorname{grad} \hat{h}_i \\ \operatorname{div} \hat{\vec{v}}_i = -S s \hat{h}_i \end{cases} \qquad (8)$$

sau încă pentru $\hat{\vec{v}}_i (0) = 0$ :

$$\begin{cases} \hat{\vec{v}}_i = -\dfrac{\bar{\bar{k}}}{1 + \bar{\bar{k}} a s} \operatorname{grad} \hat{h}_i \\ div\, \hat{\vec{v}}_i = -s S \hat{h}_i \end{cases} \qquad (8')$$

unde s-a notat transformata Laplace $\hat{f}(s) = \int_0^\infty e^{-st} f(t)\, dt$

Se poate construi acum vectorul :

$$\vec{\mathrm{v}}(s) = \sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (\hat{h}_i \hat{\vec{v}}_j - h_j \hat{\vec{v}}_i),$$

cu ajutorul căruia se reface întocmai demonstraţia din cazul staţionar. Se obţin deci :

$$\sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (\hat{h}_i^j \hat{Q}_j - \hat{h}_i^j \hat{Q}_i) = 0 \qquad (9)$$

$$\sum_{j=p+1}^{m} \sum_{i=1}^{p} (\hat{h}_i^j - \hat{h}_j^i) = 0 \qquad (10)$$

Cum inversa transformării Laplace este unică, se va obţine pentru un acelaşi $s$, aceleaşi funcţii de timp, şi deci formulele (5) şi (6) se păstrează şi pentru cazul nestaţionar.

Se observă că pentru $m = 2$, formula (6) dă principiul cunoscut pentru două sonde [1]

**3. Cazul a trei şi patru sonde.** În cazul a trei sonde ($m = 3$), se obţin următoarele relaţii :

$$\begin{cases} h_1^2 Q_2 + h_1^3 Q_3 = (h_2^1 + h_3^1) Q_1 \\ h_1^2 + h_1^3 = h_2^1 + h_3^1 \end{cases} \qquad (11)$$

În cazul a patru sonde ($m = 4$), se obţin două relaţii, respectiv pentru $p = 1$ sau pentru $p = 2$. Pentru $p = 1$, rezultatul este nesemnificativ, deoarece se obţine un analog al cazului cu trei sonde. Pentru $p = 2$, rezultatul este interesant, deoarece reprezintă într-adevăr un principiu de reciprocitate :

$$\begin{cases} (h_1^3 + h_2^3) Q_3 + (h_1^4 + h_2^4) Q_4 = \\ = (h_3^1 + h_4^1) Q_1 + (h_3^2 + h_4^2) Q_2 \\ h_1^3 + h_2^3 + h_1^4 + h_2^4 = h_3^1 + h_4^1 + h_3^2 + h_4^2 . \end{cases} \qquad (12)$$

Asemenea relaţii se pot scrie pentru un număr oarecare de sonde. Dar ele pot prezenta interes şi din alte puncte de vedere. De exemplu, în prima relaţie (11), dacă se face $Q_2 = Q_3$, ceea ce revine la a considera că două dintre debitele de pompare sînt egale, se obţine :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{h_1^2 + h_1^3}{h_2^1 + h_3^1} \qquad (13)$$

**4. Cazul mai multor acvifere separate de strate foarte puţin permeabile**

Problema care se pune este următoarea : să se determine mişcarea în $n$ strate permeabile, de grosime $D_i (i = 1, 2 \ldots n)$ şi, permeabilitate $K_i (i = 1, 2 \ldots n)$, separate între ele de $n-1$ strate, foarte puţin permeabile, de grosime $d_i$ ($i = 1, 2, \ldots n-1$) şi permeabilitate $k_i$ ( $i = 1, 2 \ldots n-1$). Datorită faptului că permeabilităţile $k_i$ sînt foarte mici, în aceste strate mişcarea este numai verticală, iar în stratele de permeabilităţi $K_i$ rezultă că mişcarea este numai orizontală, adică se desfăşoară în plane paralele cu planul $xOy$. Notînd cu $\vec{v}_i$ viteza în

stratul de grosime $D_i$, cu $\varphi_i$ potenţialul în acelaşi strat, iar cu $S$ saturaţia specifică a meciului, mişcarea este guvernată de ecuaţiile :

$$\vec{v}_i = -K_i \operatorname{grad} \varphi_i \qquad (i = 1, 2, \ldots n) \qquad (14)$$

$$div\, \vec{v}_i = -S \frac{\partial \varphi_i}{\partial t} \qquad (i=1, 2, \ldots, n) \qquad (15)$$

Deducerea sistemului de ecuaţii care guvernează mişcarea în aceste acvifere orizontale a fost dată de Miatiev [3] şi se găseşte expusă pentru cazul staţionar în cartea lui Polubarinova-Kocina [4].
Se notează :

$$U_i(x, y) = \frac{1}{D_i}\int_0^{D_i} u_i(x, y, z)\, dz;$$

$$V_i(x, y) = -\frac{1}{D_i}\int_0^{D_i} v_i(x, y, z)\, dz \qquad (16)$$

$$\Phi_i(x, y) = \frac{1}{D_i}\int_0^{D_i} \varphi_i(x, y, z)\, dz \qquad (17)$$

Integrînd (15) în raport cu $z$ de la 0 la $D_i$ şi ţinînd seama de notaţiile (16) şi (17), precum şi de faptul că :

$$\int_0^{D_i} \frac{\partial w_i}{\partial z}\, dz = w_i(D_i) - w_i(0),$$

rezultă :

$$D_i\left(\frac{\partial U_i}{\partial x} + \frac{\partial V_i}{\partial y} + S\frac{\partial \Phi_i}{\partial t}\right) + w_i(D_i) - w_i(0) = 0 \qquad (18)$$

Pe de altă parte, din (14) cu (16) şi (17), se obţine :

$$U_i(x, y) = -K_i \frac{\partial \Phi_i}{\partial x}; \quad V_i(x, y) = -K_i \frac{\partial \Phi_i}{\partial y} \qquad (19)$$

Valorile lui $w_i$ pentru $z = 0$ şi $z = D_i$ reprezintă, de fapt, transferul de fluid dintr-un mediu în altul, efectuat prin stratele foarte puţin permeabile care le separă. Aceste valori vor fi direct proporţionale cu coeficientul de permeabilitate al stratului separator şi cu diferenţa de potenţial dintre cele două strate şi invers proporţionale cu grosimea stratului separator :

$$w_i(0) = \frac{k_i}{d_i}(\Phi_{i+1} - \Phi_i)$$
$$w_i(D_i) = \frac{k_{i-1}}{d_{i-1}}(\Phi_i - \Phi_{i-1}) \qquad (20)$$

Evident, în cazul în care grosimile $d_i$ sînt mari, valorile date de (20) sînt practic zero. Deci problema are sens doar pentru grosimi mici ale stratelor separatoare.

Cu (19) şi (20), (18) dă sistemul de ecuaţii care trebuie satisfăcut :

$$\Delta\Phi_i - \frac{k_i}{K_i\, d_i\, D_i}(\Phi_i - \Phi_{i+1}) -$$
$$- \frac{k_{i-1}}{k_i\, d_{i-1}\, D_i}(\Phi_i - \Phi_{i-1}) - \frac{S}{K_i}\frac{\partial \Phi_i}{\partial t} = 0 \qquad (21)$$
$$(i = 1, 2, \ldots n)$$

Bruggeman a considerat problema nestaţionară pentru cazul a două acvifere, rezolvînd sistemul (21) şi arătînd că principiul de reciprocitate este verificat în acest caz [1]. Polubarinova-Kocina a rezolvat problema dublului acvifer în cazul staţionar pentru debite de pompaj $Q_1$ şi $Q_2$ diferite în cele două acvifere, încă din 1952. Dacă în formulele (11, 14), p. 443 [4] şi corespondentele lor, se vor face cele două debite egale, se va vedea că principiul de reciprocitate se poate verifica, lucru pe care însă Polubarinova-Kocina nu l-a făcut. Mai mult, Polubarinova-Kocina a dat soluţia sistemului (21) în cazul general a $n$ straturi, dar tot pentru o mişcare staţionară, neverificînd însă principiul de reciprocitate.

Pentru a ilustra valabilitatea principiului de reciprocitate demonstrat anterior, se vor considera mişcarea nestaţionară în cazul a trei acvifere mărginite de suprafeţe de alimentare cu o presiune constantă ($\Phi_0 = \Phi_M = 0$). În acest caz, se va presupune că se pompează succesiv din fiecare acvifer cu debite $Q_1$, $Q_2$, $Q_3$, sondele fiind plasate de-a lungul axei $O_z$ şi avînd înălţimea egală cu grosimea fiecărui strat. Mişcarea efectuîndu-se numai în plan orizontal, ea va depinde doar de coordonata $r$. Vor fi deci de rezolvat trei sisteme de cîte trei ecuaţii, care rezultă din (21) :

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 \Phi_1^j}{\partial r^2} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial \Phi_1^j}{\partial r} - (A_1 + B_1)\Phi_1^j + A_1\Phi_2^j - \beta_1 \dfrac{\partial \Phi_1^j}{\partial t} = 0 \\ \dfrac{\partial^2 \Phi_2^j}{\partial r^2} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial \Phi_2^j}{\partial r} - (A_2 + B_2)\Phi_2^j + B_2\Phi_1^j + A_2\Phi_3^j - \\ \qquad - \beta_2 \dfrac{\partial \Phi_2^j}{\partial t} = 0 \\ \dfrac{\partial^2 \Phi_3^j}{\partial r^2} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial \Phi_3^j}{\partial r} - (A_3 + B_3)\Phi_3^j + B_3\Phi_2^j - \beta_3 \dfrac{\partial \Phi_3^j}{\partial t} = 0 \end{cases} \qquad (22)$$
$$(j = 1, 2, 3)$$

unde s-au notat:

$$A_1 = \frac{k_1}{K_1 d_1 D_1} \qquad B_1 = \frac{k_0}{K_1 d_0 D_1} \qquad \beta_1 = \frac{S}{K_1}$$

$$A_2 = \frac{k_2}{K_2 d_2 D_2} \qquad B_2 = \frac{k_1}{K_2 d_1 D_2} \qquad \beta_2 = \frac{S}{K_2}$$

$$A_3 = \frac{k_3}{K_3 d_3 D_3} \qquad B_3 = \frac{k_2}{K_3 d_2 D_3} \qquad \beta_3 = \frac{S}{K_3}$$

Condiţiile la limită şi iniţiale sînt:

$$\begin{cases} \Phi_i^j(r, 0) = \Phi_i^j(\infty, t) = 0 \qquad (i,\ j = 1,\ 2,\ 3) \\ r\dfrac{\partial \Phi_i^j}{\partial r}(0, t) = \begin{cases} -P_i & i = j \\ 0 & i \neq j \end{cases} \end{cases} \tag{23}$$

unde $P_i = \dfrac{Q_i}{2\pi K_i D_i}$.

În rezolvarea celor trei sisteme (22) se va urma aceeaşi cale ca şi în [1]; luînd deci transformata Laplace:

$$\overline{f}(r, s) = \int_0^\infty e^{-st} f(r, t)\, dt$$

se va obţine:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 \overline{\Phi_1^j}}{\partial r^2} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial \overline{\Phi_1^j}}{\partial r} - (A_1 + B_1 + \beta_1 s)\overline{\Phi_1^j} + A_1 \overline{\Phi_2^j} = 0 \\ \dfrac{\partial^2 \overline{\Phi_2^j}}{dr^2} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial \overline{\Phi_2^j}}{dr} - (A_2 + B_2 + \beta_2 s)\overline{\Phi_2^j} + B_2 \overline{\Phi_1^j} + \\ \qquad + A_2 \overline{\Phi_3^j} = 0 \\ \dfrac{\partial^2 \overline{\Phi_3^j}}{\partial r^2} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial \overline{\Phi_3^j}}{\partial r} - (A_3 + B_3 + \beta_3 s)\overline{\Phi_3^j} + B_3 \overline{\Phi_2^j} = 0 \end{cases} \tag{24}$$

cu condiţiile:

$$\overline{\Phi_i^j}(\infty, s) = 0; \qquad r\frac{\partial \overline{\Phi_i^j}}{\partial r}(0, s) = \begin{cases} -\dfrac{P_i}{s} & i = j \\ 0 & i \neq j \end{cases} \tag{25}$$

Luînd transformata Hankel după $r$:

$$\breve{\overline{f}}(\alpha, s) = \int_0^\infty r J_0(\alpha r)\, \overline{f}(r, s)\, dr$$

trebuie în fond rezolvate sistemele algebrice:

$$\begin{cases} (A_1 + B_1 + \beta_1 s + \alpha^2)\overset{\cup}{\Phi}{}_1^j - A_1 \overset{\cup}{\Phi}{}_2^j = \begin{cases} \dfrac{P_1}{s} & j = 1 \\ 0 & j = 2,3 \end{cases} \\ (A_2 + B_2 + \beta_2 s + \alpha^2)\overset{\cup}{\Phi}{}_2^j - B_2 \overset{\cup}{\Phi}{}_1^j - A_2 \overset{\cup}{\Phi}{}_2^j = \begin{cases} \dfrac{P_2}{s} & j = 2 \\ 0 & j = 1,3 \end{cases} \\ (A_3 + B_3 + \beta_3 s + \alpha^2)\overset{\cup}{\Phi}{}_3^j - B_3 \overset{\cup}{\Phi}{}_2^j = \begin{cases} \dfrac{P_3}{s} & j = 3 \\ 0 & j = 1,2 \end{cases} \end{cases} \tag{26}$$

Soluţia acestor trei sisteme de ecuaţii este următoarea:

$$\begin{cases} \overset{\cup}{\Phi}{}_1^1 = \dfrac{P_1}{s}\dfrac{BC - A_2 B_3}{\triangle}; \quad \overset{\cup}{\Phi}{}_2^1 = \dfrac{P_1}{s}\dfrac{CB_2}{\triangle}; \\ \overset{\cup}{\Phi}{}_3^1 = \dfrac{P_1}{s}\dfrac{B_2 B_3}{\triangle} \\ \overset{\cup}{\Phi}{}_1^2 = \dfrac{P_2}{s}\dfrac{C A_1}{\triangle}; \quad \overset{\cup}{\Phi}{}_2^2 = \dfrac{P_2}{s}\dfrac{AC}{\triangle}; \\ \overset{\cup}{\Phi}{}_3^2 = \dfrac{P_2}{s}\dfrac{AB_3}{\triangle} \\ \overset{\cup}{\Phi}{}_1^3 = \dfrac{P_3}{s}\dfrac{A_1 A_2}{\triangle}; \quad \overset{\cup}{\Phi}{}_2^3 = \dfrac{P_3}{s}\dfrac{A A_2}{\triangle}; \\ \overset{\cup}{\Phi}{}_3^3 = \dfrac{P_3}{s}\dfrac{AB - A_1 B_2}{\triangle} \end{cases} \tag{27}$$

unde s-au notat:

$$A = A_1 + B_1 + \beta_1 s + \alpha^2$$
$$B = A_2 + B_2 + \beta_2 s + \alpha^2$$
$$C = A_3 + B_3 + \beta_3 s + \alpha^2$$
$$D = A(BC - A_2 B_3) - CA_1 B_2$$

Evident, se poate lua acum inversa transformărilor şi se va obţine soluţia căutată.

Dar verificarea principiului se poate face şi cu ajutorul soluţiilor (27). A doua relaţie (11) înseamnă în acest caz:

$$\overset{\cup}{\Phi}{}_2^1 + \overset{\cup}{\Phi}{}_3^1 = \overset{\cup}{\Phi}{}_1^2 + \overset{\cup}{\Phi}{}_1^3,$$

ceea ce se vede că este adevărat pentru $Q_1 = Q_2 = Q_3$.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Bruggeman, G. A. The reciprocity principle in flow through heterogeneons porous media. Proc. of Symp. Fund. Trans. Phen. Porous Media. Haifa, febr. 1969.
2. Moisil, Gr. C. Sisteme diferenţiale adjuncte şi principii de reciprocitate. Bul. St. Acad. R.P.R. secţ. mat.-fiz., III, 2, 1951, p. 189.
3. Miatiev, A. N. Deistvie colodţa v napornom basseine podzemnîi vod. Izv. Turk. Filiala A.N.S.S.S.R., nr. 3–4, 1946.
4. Polubarinova-Kocina, P. Ia. Teoria dvijenia gruntovîi vod., Moskva, 1952.

# TENDINȚE ACTUALE ÎN CONSTRUCȚIA POMPELOR DE EXTRACȚIE

R. BRĂTIANU, PAULA EFTIMESCU și N. PETRE

Majoritatea sondelor de țiței (peste 85 %), fiind exploatate prin pompe de adîncime, acționate cu ajutorul prăjinilor de pompare, problema îmbunătățirii echipamentului este actuală și de mare importanță.

Pompa de extracție este elementul cel mai sensibil și cel mai expus uzurii.

Diversitatea caracteristicilor tehnico-productive ale sondelor de țiței a determinat selecția materialelor de fabricație, modificările constructive a pieselor componente și confecționarea unor tipuri noi de pompe.

## 1. Modificările pieselor de pompă

Piesele principale de schimb : cămăși, pistoane, supape, colivii, dispozitive de fixare și altele au fost modificate în scopul măririi duratei de funcționare și al adaptării condițiilor de lucru din gaura de sondă [1, — 3].

*Cămășile* au o lungime de 305 mm și uneori mai mari, asigurîndu-se astfel o rectilinitate mai bună a cilindrului pompei și o reducere a numărului de microcupluri dintre două cămăși. Ele se confecționează din fontă, pentru medii de lucru normale sau slab corosive, și din aliaje rezistente la uzură sau coroziune, pentru medii de lucru agresive (abraziune, coroziune) [4].

Fonta utilizată la confecționarea cămășilor este o fontă aliată cu molibden, care, datorită sistemului de turnare centrifugal și a tratamentului termic aplicat, a căpătat o duritate înaltă și o deosebită rezistență la eforturile de spargere. Astfel, cu toate că grosimea pereților este similară cu aceea a cămășilor de oțel, ele rezistă la presiuni de peste 350 kgf/cm² [5].

Cămășile de tip „Duax" [6, 7] ale pompelor de adîncime (fig. 1) utilizate la sondele cu caracter abraziv, sînt confecționate prin turnarea centrifugală a unui aliaj foarte dur, rezistent la uzură și coroziune, în interiorul unui tub metalic din oțel—carbon obișnuit.

La unele construcții de pompe, cămășile sînt înlocuite de mantaua pompei, prelucrată fin la interior pe lungimi mari, permițînd astfel folosirea unor dimensiuni mai mari de pistoane pentru același diametru exterior.

*Pistoanele* sînt protejate împotriva coroziunii și a uzurii mecanice printr-un strat de crom gros, dur, compact și foarte aderent, aplicat pe suprafața activă a pistonului.

Cele două capete sînt prevăzute cu cepuri, eliminîndu-se astfel deformarea prin umflarea capetelor în timpul montării pieselor anexă. Diametrul este uniform pe toată lungimea pistonului.

*Supapele cu bilă* au scaunele cilindrice, fără umăr de reazem, fiind posibilă mărirea diametrului orificiului de curgere și etanșarea mai bună a bilei în locașul ei, prin eliminarea deformării scaunului în timpul strîngerii port-scaunului.

Supapele cu bile sînt confecționate din aliaje speciale, cu înaltă rezistență la coroziune și eroziune.

*Coliviile* sînt confecționate din amestecuri de pulberi metalice de crom, wolfram, sinterizate într-o masă de pulberi de cobalt, soluție care are ca efect obținerea unor piese foarte dure și rezistente la coroziune și eroziune. În scopul funcționării corecte și reducerii uzurii cuplului bilă-scaun s-au adus următarele perfecționări :

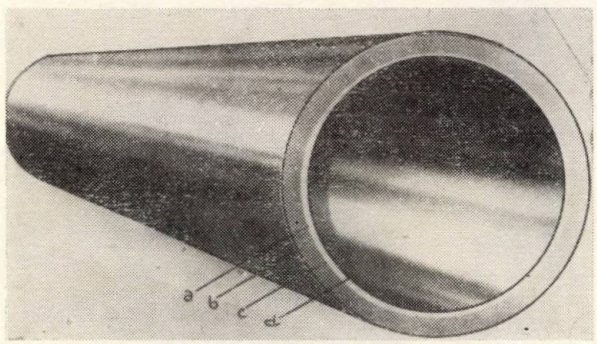


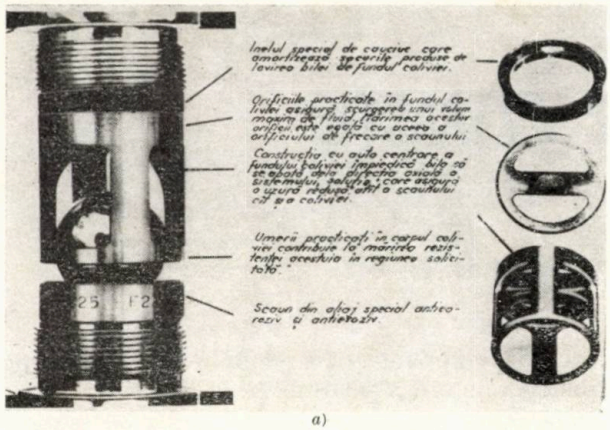

Fig. 1. Cămașa de tip Duax :
*a* — strat din aliaj dur turnat centrifugal ; *b* — tub de oțel laminat: *c* — suprafața de contact ; *d* — suprafața interioară a cămășii

— joc lateral foarte mic între bilă și colivie ;

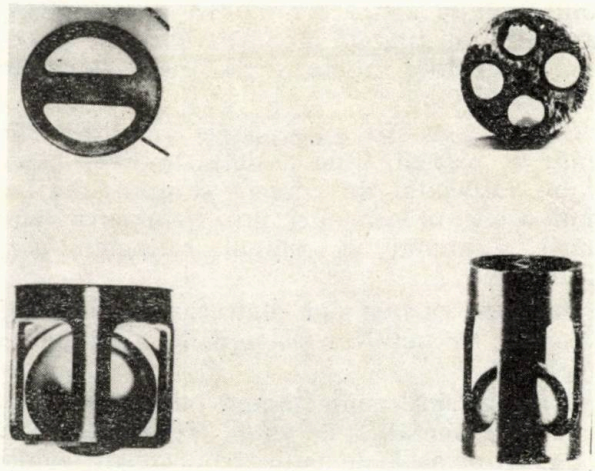
— profilul interior-superior al coliviei curbat cu o rază egală cu a bilei ;

— intercalarea unei garnituri de cauciuc între colivie și niplu.

Perfecționările adoptate coliviei asigură o ghidare mai bună a bilei și o reducere a uzurii acesteia [6, 7].

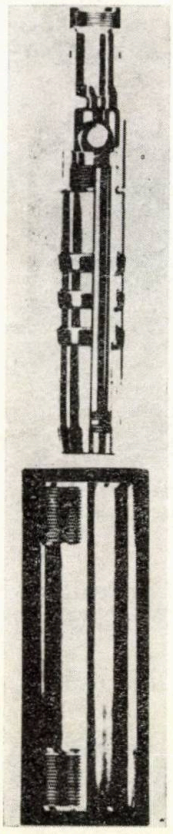



a)



b)

Fig. 2. Coliviile pompelor de extracție :
*a* — detalii constructive ale coliviilor perfecționate ;
*b* — comparație între diferite construcții.



← Fig. 3. Dispozitiv de fixare

Deosebirile constructive dintre coliviile uzuale și cele perfecționate sînt redate în figura 2.

*Dispozitivele de fixare* sînt prevăzute cu cupe din material plastic (3 sau 5 bucăți), care etanșează într-un niplu de fixare (fig. 3) [5, 6, 7]. Aceste dispozitive se confecționează mai ușor, sînt mai ieftine și asigură o bună etanșare pentru toate mediile de lucru.

Pieselor de pompă uzuale li se aplică tratamente termice numai acolo unde rolul funcțional sau solicitarea impune detaliului respectiv o duritate sau rezistență deosebită. Majoritatea pieselor componente ale pompelor nu sînt tratate deloc, ele fiind utilizate în starea în care au fost livrate, unele direct de la instalațiile de laminat. În figura 4 se arată aspectul metalografic al unui piston și structura ferito-perlitică a materialului din care s-a confecționat o manta.

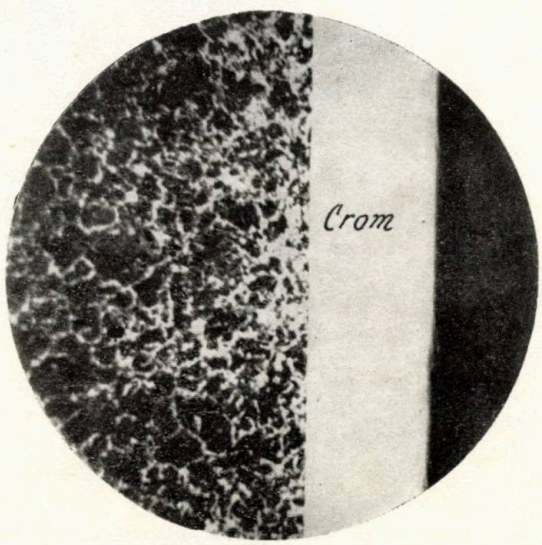
Piesele pompelor de adîncime folosite la exploatarea sondelor cu caracter corosiv sînt protejate contra coroziunii prin brunare, fosfatare, vopsire, aplicarea de straturi de crom electrolitic, metalizare, precum și prin utilizarea de aliaje speciale anticorosive.

Precizia de execuție, micro și macrogeometrică, a suprafețelor prelucrate este foarte mare. Astfel, în figura 5 sînt reprezentate graficele microreliefurilor unor piese prelucrate prin alezare fină, cu o rugozitate medie de 0,82 microni, și prin honuire, cu o rugozitate medie de 0,02 microni.

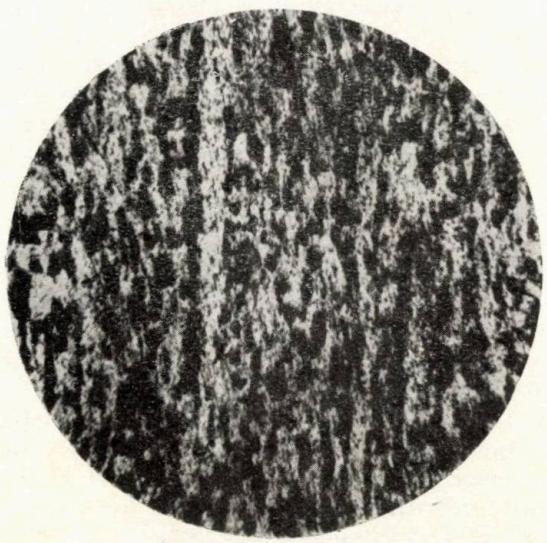
Microfotografia interiorului unei cămăși redate în figura 6 indică precizia foarte mare de execuție a suprafețelor cilindrice, prin aceea că forma lor se apropie de forma ideală.

## 2. Diversificarea construcțiilor de pompe

Datorită faptului că pompele uzuale tip P și TB, nu dau satisfacție în toate cazurile, ca, de exemplu în medii de lucru agresive (corosive,




a)



b)

Fig. 4. Figuri metalografice :
*a* — Piston ; *b* — Cămașă.

abrazive, mixte) sau în condiţii de exploatare deosebite (debite mari de gaze, ţiţeiuri cu viscozitate mare), s-a impus ca o necesitate diversificarea construcţiilor de pompe, în vederea adaptării lor la condiţiile specifice ale sondelor. Din cauza gradului mare de diversificare a tipurilor de pompe, acestea se clasifică conform unor sisteme specifice ţărilor constructoare (anexa 1).

În cele ce urmează se descriu cîteva tipuri de pompe caracteristice, importate din S.U.A. şi experimentate în şantierele din R.S.R. [6, 7, 8].

*Pompa tip tandem de debit mare — volumax* (fig. 7) face parte din categoria pompelor speciale, care se introduc cu prăjinile de pompare. Pompa debitează fluid ca şi cum ar exista două pompe convenţionale cuplate în paralel. Ea este însă constituită şi acţionează ca un ansamblu de două pompe montate în tandem; o pompă inferioară cu cilindru fix şi o pompă superioară cu cilindrul mobil [6].

Debitul acestei pompe la parametri egali, este cu 53—66 % mai mare decît al unei pompe de tip P şi cu 22 — 29 % mai mare decît al unei pompe TB.

Din punct de vedere constructiv, pompa prezintă următoarele caracteristici:

— cilindrii de lungime mare (3 600 mm) sînt prelucraţi la interior prin alezare fină;

— pistonul de diametru mic este lung (3 250 mm) şi cromat pe toată lungimea;

— cămăşile sînt de fontă şi au pereţii subţiri;

— coliviile şi supapele sînt confecţionate din aliaje dure rezistente la uzură şi coroziune.

Această pompă se recomandă pentru extracţia fluidelor curate (fără impurităţi mecanice, fără conţinut ridicat de gaze) şi pentru obţinerea de debite mari de fluide.

*Pompa tip tandem pentru fluide cu gaze — two stage* (fig. 7), s-a realizat pentru exploatarea sondelor cu R.G.T. mari (peste 500 $Nm^3/m^3$). Ea rezolvă dificultăţile de funcţionare pe care le prezintă pompele uzuale, prin adoptarea unei construcţii cu două trepte de presiune lucrînd în linie (tandem), mărind raportul de compresiune de 2—3 ori faţă de pompele uzuale.

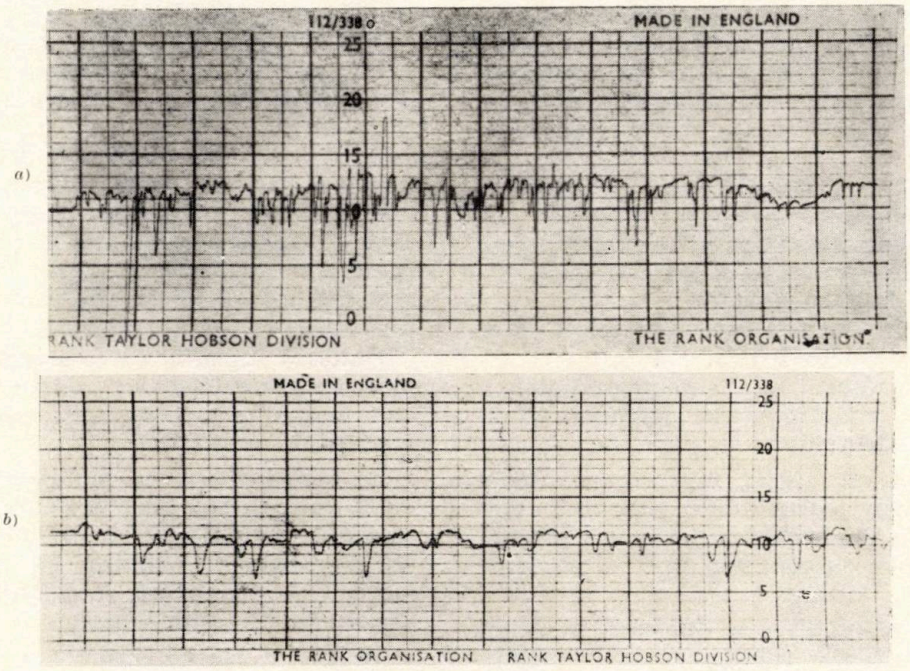



Fig. 5. Graficele microreliefurilor unor piese:
*a* — alizare fină cu rugozitate medie de 0,82 microni; *b* — honuire cu rugozitate medie de 0,02 microni.

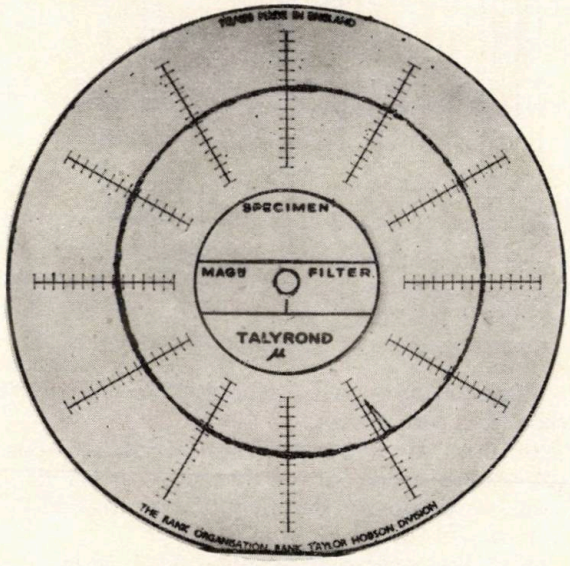



Fig. 6. Microfotografia interiorului unei cămăşi.

Această pompă prezintă următoarele caracteristici :

— evită blocarea cu gaze ;

— cilindrul pompei, fiind realizat direct în mantaua inferioară, permite să se folosească pistoane mai mari, la aceeaşi dimensiune de pompă ;

— pompa are o construcţie rigidă, datorită cămăşilor montate în compartimentul de etanşare care separă cele două trepte de presiune ;

— randamentul este mai mic decît al pompelor uzuale, din cauza strangulării secţiunilor de trecere :

Aceste pompe se recomandă pentru exploatarea sondelor cu caracter semieruptiv sau cu RGT mare, la care nu se pot introduce separatoare de fund eficiente sau la sondele cu efect combinat creat de gaze şi nisip.

*Pompa telescopică-triax* este construită din trei ansambluri principale (fig. 7) :

— ansamblul tuburilor şi al supapelor mobile ;

— ansamblul tubului şi al supapei fixe ;

— dispozitiv de fixare.

Caracteristicile pompelor telescopice sînt :

— jocul relativ mare dintre ţevi (0,5—0,6 mm) diminuează fenomenele de gripare, putînd fi folosite la sonde cu conţinut mare de impurităţi solide fine ;

— circulaţia alternativă a fluidului în două sensuri, prin orificiile tubului interior mobil, asigură o bună etanşare hidraulică ;

şi este constituită dintr-un cilindru mobil, format din 1—5 cămăşi bimetalice, în funcţie de adîncimea de fixare a pompei (1 000—2 300 m) şi piston fix. Pistonul este format dintr-o bucată sau prin îmbinarea mai multor pistoane cromate, uzuale.

Caracteristica principală a cuplului piston-cămăşi este jocul foarte mic, care curăţă şi înlătură nisipul de pe piston la cursa ascendentă.

Se poate utiliza la extragerea fluidelor cu un conţinut de nisip în suspensie în fluidul pompat la 5—10 %.

*Pompa cu cilindrul fix — RLA* (fig. 7) este o pompă convenţională tip P modernizată, deci introdusă cu prăjinile de pompare, avînd cilindrul din cămăşi şi fixarea la partea superioară printr-un dispozitiv cu cupe. Cilindrul pompei este fix, iar pistonul este mobil. Nu mai este prevăzută cu ghidaj ajustabil.

Datorită faptului că se asigură un sortiment mare de piese de schimb, ea se poate utiliza în cele mai diverse cazuri, ca medii de lucru, şi condiţii de exploatare.

Se menţionează că pompele tip tandem de debit mare şi tip tandem pentru fluide cu gaze prezintă dificultăţi la prelucrarea interioară a mantalelor — cilindru şi necesită măsuri speciale de transport, introducere şi extragere, din cauza lungimilor mari.

În R.S.R. se construiesc o parte din aceste pompe [10], şi anume : pompa tip RLTC este o

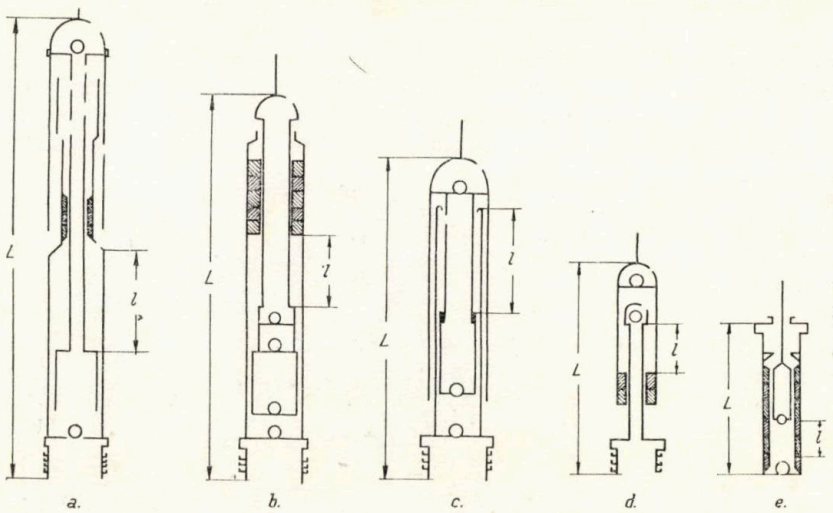



Fig. 7. Schemele pompelor speciale :
*a* — pompa tandem pentru debit mare de fluid (Volumax) $2^1/_2'' \times (2'' \times 1^1/_4)$ L = 8150 mm (închisă) ; *L* cursă = 2200 mm ; Etanşarea jos cu 5 garnituri (*d* = 56 mm) ; *b*. Pompa tandem pentru gaze : $2^1/_2 \times (2'' \times 1^1/_2'')$ ; *L* = 6090 mm (închisă) ; *L* cursă = 1650 mm ; Etanşarea jos cu 3 garnituri (*d* = 59 mm) ; *c*. Pompa telescopică cu trei ţevi pentru fluide murdare : $2^1/_2'' \times 1\ 3/4'' \times 15'$ ; L = 5300 mm (închisă) ; *L* cursă = 2200 mm ; *d*. Pompa cu cilindru mobil scurt pentru fluide cu nisip (R.L.T.C.) $2'' \times 1\ 1/4'' \times 2'$ ; *L* = = 3125 mm (închisă) ; *l* cursă = 1500 mm ; Etanşare jos cu 3 (garnituri d = 46 mm) ; *e*. Pompa cu cilindru fix R.L.A. $2'' \times 1^1/_4 \times 7$ ; *L* = 3250 mm (închisă) ; *L* cursă = 1000 mm ; Etanşarea sus cu 3 garnituri, *d* = 46 mm.

— uzuri mici ale suprafeţelor active din cauza jocurilor mari.

Pompele telescopice sînt indicate pentru exploatarea sondelor cu procente mari de apă şi conţinut ridicat de nisip fin şi marnă (pînă la circa 20 %).

Nu se pot utiliza la sondele deviate şi la sondele ce exploatează fluide cu particule mecanice de dimensiuni mari.

*Pompa cu cilindrul mobil scurt — RLTC* (fig. 7) se introduce cu prăjinile de pompare

pompă tip PCMS sau CPML (cu cilindru mobil scurt sau lung) ; pompa tip RLA este o pompă tip P (îmbunătăţită din punct de vedere constructiv).

În continuare, se vor analiza unele tipuri de pompe realizate în ţara noastră, care diferă constructiv de cele construite în străinătate.

*Pompa cu clapă* (fig. 8) este destinată exploatării sondelor cu ţiţei foarte vîscos, avînd o construcţie specială, adaptată condiţiilor specifice în care lucrează.

Pompa este alcătuită dintr-o parte fixă şi una mobilă [7, 8].

Partea fixă este formată dintr-o ţeavă de extracţie înşurubată la partea inferioară a garniturii de ţevi de extracţie, cromată la exterior constituind pistonul pompei, limitatorul de cursă al supapei de refulare, portscaunul, scaunul supapei de refulare şi piuliţa în care este fixat portscaunul.

Partea mobilă este alcătuită dintr-un cilindru echipat la partea inferioară cu ansamblul supapei de aspiraţie cu clapă, iar la partea superioară cu ansamblul de etanşare, tija de acţionare a clapei, supapa de refulare şi racordul special.

Supapa pompei are formă de clapă şi este comandată prin intermediul prăjinilor de pompare.

Cilindrul este mobil.

*Pompele cu etanşare simplificată pentru ţiţeiuri vîscoase* se construiesc în două variante: cu cilindrul mobil şi cu cilindrul fix (fig. 8), fiind concepute în vederea eliminării dificultăţilor pe care le prezintă exploatarea sondelor cu ţiţeiuri vîscoase. Utilizarea la astfel de sonde a pompelor uzuale duce la randamente scăzute (circa 40 %).

Cilindrii pompelor sînt înlocuiţi cu două cămăşi în lungime de 400 mm din oţel aliat cu crom şi nichel tratate prin CIF. Pistonul are lungimea de 3 250 mm, pentru realizarea unei

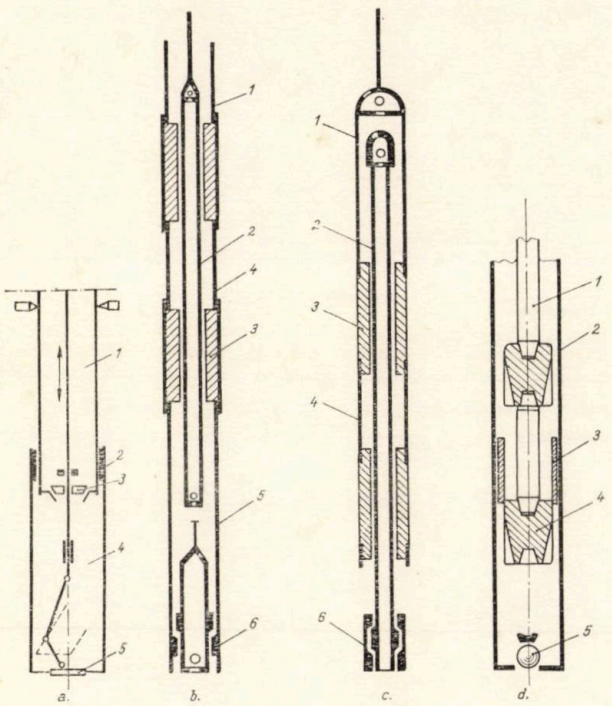



Fig. 8. Schemele pompelor speciale fabricate în R.S.R.:
*a*. Pompă cu clapă comandată: *1* — piston fix; *2* — presetupă; *3* — supapă refulare; *4* — cilindrul mobil; *5* — clapă; *b*. Pompă cu etanşare simplificată cu: *b*. piston mobil; *c*. cilindru mobil; *1* — manta superioară; *2* — piston; *3* — cămăşi; *4* — niplu; *5* — manta inferioară; *6* — dispozitiv fixare; *d*. Pompă cu piston din manşoane; *1* — tijă; *2* — cilindru; *3* — manşon (supapă refulare); *4* — ghidaj; *5* — supapă aspiraţie.

lungimi de cursă de 2 m. Între cămăşile care se înşurubează la mantaua superioară, niplu şi mantaua inferioară, se realizează un spaţiu pentru etanşarea hidraulică [7, 8].

Utilizarea acestor pompe este limitată la sondele cu ţiţeiuri vîscoase în medii normale de lucru sau avînd puţin nisip în suspensie în fluidul pompat.

*Pompa cu pistonul din manşoane pentru fluide cu gaze* este o pompă uzuală, introdusă cu prăjinile de pompare la care s-a desfiinţat supapa de refulare (fig. 8). Pistonul este alcătuit din manşoane separate prin ghidaje canelate, care sînt legate unul de altul prin tije ce trec prin interiorul manşoanelor, ultimul fiind legat la garnitura de prăjini [7, 8]. Ansamblul manşon, ghidaj, tijă are rol de piston şi supapă de refulare.

Ultimele trei pompe sînt proiectate la IPCUP, unele după indicaţiile ICPTG şi construite la U.M.C. — Cîmpina.

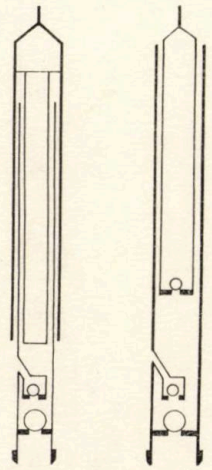



Fig. 9. Pompe cu supape de refulare la partea inferioară:
*a* — pompa telescopică; *b* — pompa uzuală.

*Pompele cu supape de refulare la partea inferioară* pentru medii de lucru abrazive (fig. 9) se construiesc în două variante, telescopică şi uzuală şi se introduc cu prăjinile de pompare. Supapa de refulare este montată într-o piesă comună cu supapa de aspiraţie. Fluidul circulînd prin spaţiul inelar dintre ţevile de extracţie şi mantaua pompei antrenează în permanenţă particulele din suspensie, în mişcarea ascendentă [7]. Pompa se poate utiliza la sonde cu nisip în suspensie în fluidul pompat pînă la 2 %.

### 3. Rezultatele experimentării diferitelor tipuri de pompe

Pompele de extracţie importate şi indigene au fost experimentate în diferite şantiere, iar rezultatele obţinute sînt prezentate succint în cele ce urmează [6, 7, 8].

*Pompele tip tandem cu debit mare, volumax* cu dimensiunile de 2 ·7/8 × 2 × 1 ·1/4 in s-au experimentat la mai multe sonde. Scoaterea din funcţiune după numai 9,13 respectiv, 37 de zile se datoreşte gripării lor cu nisip, în urma ruperii prăjinilor de pompare.

Comportarea în exploatare a pompelor uzuale şi a acestor pompe este redată în figura 10, iar dinamogramele de suprafaţă în figura 11.

La controlul pompelor după extragerea lor s-au găsit cămăşile din fontă de 1 ·1/4 in — 40 uzate normal, iar celelalte detalii degradate prematur din cauza depunerilor de nisip.

Rezultatele experimentărilor au arătat că aceste pompe, în condiţiile actuale din ţara noastră, se pot folosi la medii de lucru curate,

putîndu-se fixa pînă la 1 300 — 1 400 m cele de 2·7/8 × 2 × 1·1/4 in sau 1 700 — 1 800 m cele de 2·3/4 × 1·1/2 × 1/4 in.

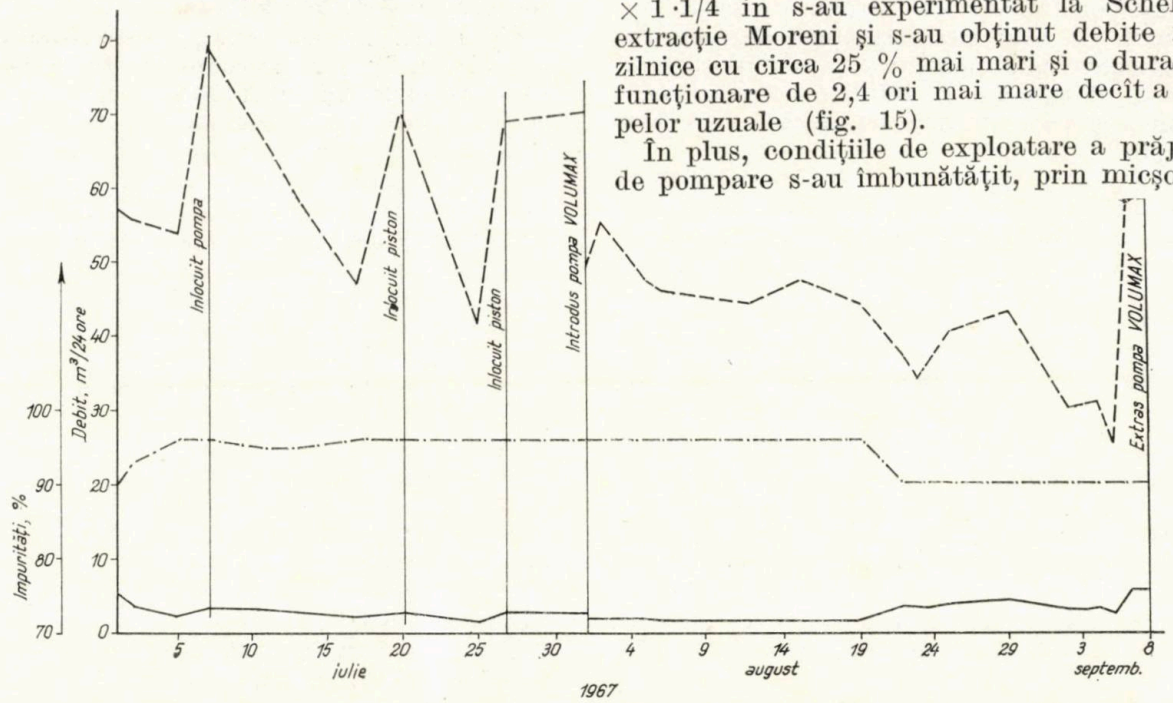



Fig. 10. Comportarea în exploatare a pompei de extracție tip tandem cu debit mare (Pompa $A_1$): – – – debit brut, m³/24 ore; ——— debit net, m³/24 ore; – . – . – . – impurități %.

*Pompele tip tandem pentru fluide cu gaze — two-stage* de 2·7/8 × 2 × 1·1/4 in. Experimentele au arătat că aceste pompe dau rezultate bune la sondele cu RGT mare (peste 500 Nm³/m³), obținîndu-se în unele cazuri o mărire a cantității de țiței extras cu circa 30 % în comparație cu debitele pompelor uzuale (fig 12).

Durata de funcționare a pompelor speciale a fost practic egală cu aceea a pompelor uzuale, extragerea lor fiind dictată de necesități tehnologice. Degradările pompelor s-au datorat uzurii pieselor componente de către viiturile de nisip.

Ținînd seama de rezistența prăjinilor, adîncimea maximă la care pot fi folosite aceste pompe este de 1 300—1 400 m.

*Pompele telescopice* de 2·7/8 × 1·3/4 in × × 15 pic. Rezultatele obținute au arătat că aceste pompe au comportare bună (durata de funcționare de circa 4 ori mai mare decît a pompelor uzuale — figura 13) dacă se folosesc la sonde cu deviații mici, în condițiile prescrise de constructor.

Degradarea prematură a pompelor experimentate a fost cauzată de abaterea de la verticalitate a sondelor și dimensiunilor mari a granulelor de impurități mecanice, din cauza cilindrilor netratați termic.

*Pompele cu cilindrul mobil scurt RLTC* de 2·3/4 × 1·1/4 in s-au experimentat înregistrîndu-se o durată de funcționare de 2,25 ori mai mare și același debit mediu zilnic față de pompele uzuale (fig. 14).

*Pompele cu cilindrul fix — RLA* de 2·3/8 × × 1·1/4 in s-au experimentat la Schela de extracție Moreni și s-au obținut debite medii zilnice cu circa 25 % mai mari și o durată de funcționare de 2,4 ori mai mare decît a pompelor uzuale (fig. 15).

În plus, condițiile de exploatare a prăjinilor de pompare s-au îmbunătățit, prin micșorarea

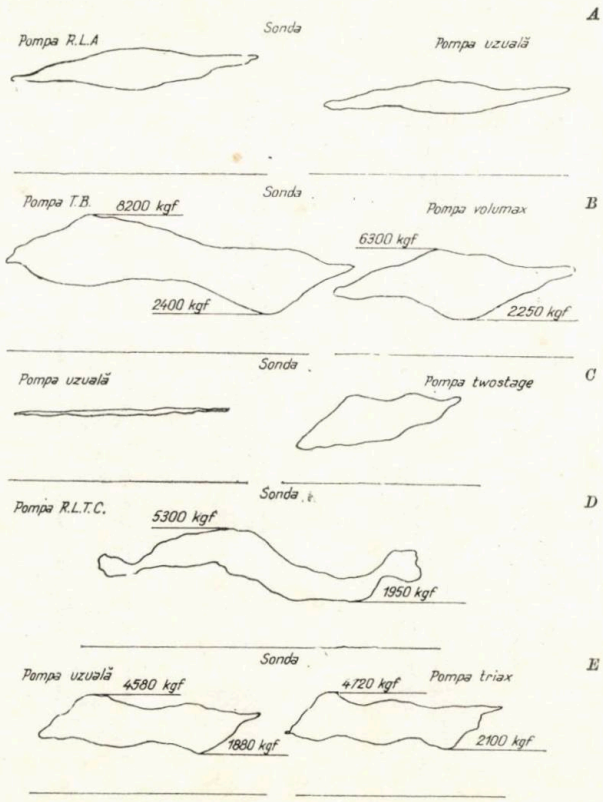



Fig. 11. Dinamograme de la sondele echipate cu pompe uzuale și pompe speciale.

amplitudinii eforturilor unitare cu circa 20 % și prin micșorarea coeficientului de asimetrie cu circa 10 % (fig. 11).

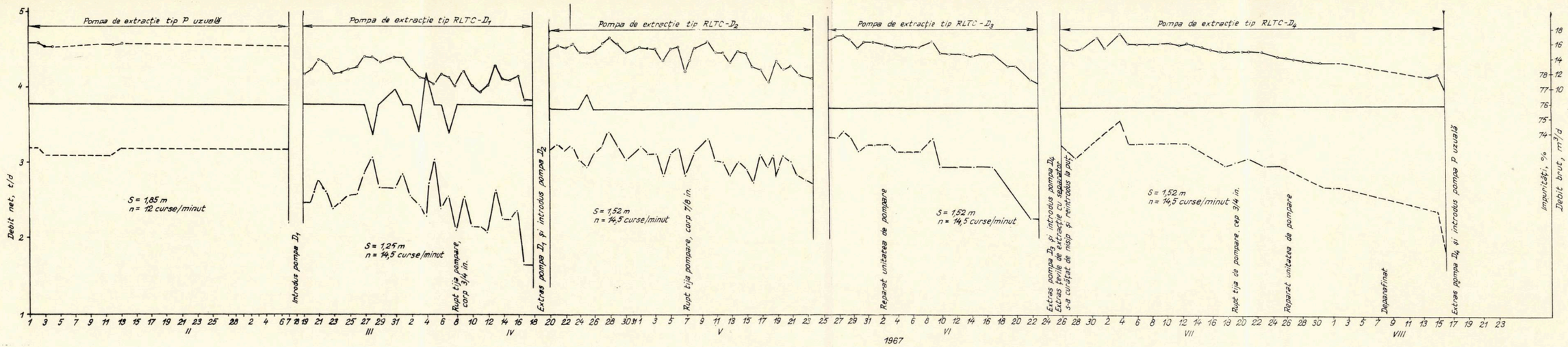



Fig. 14. Comportarea în exploatare a pompelor de extracție pentru fluide cu nisip tip RLTC

—.—.—. debitul net, t/d —.—.—. debitul brut, $m^3/d$; ——— impuritățl, % – – – – lipsă etalonări

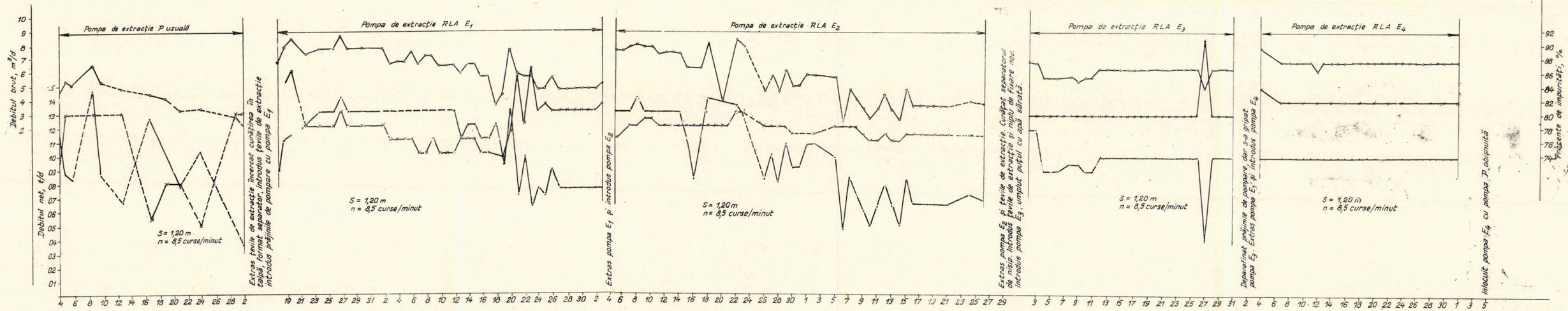



Fig. 15. Comportarea în exploatare a pompelor de extracție R.L.A.

.—.—.—. debit net; ×—×—×—×—Procent de impurități; 0—0—0—0 debit brut; — — — lipsă etalonări.

Singurele piese uzate au fost cămăşile, celelalte piese au rămas în starea lor iniţială de livrare.

Prototipul *pompei cu clapa* de 4 in s-a experimentat în vederea omologării. Rezultatele experimentărilor nu au fost suficient de concludente; totuşi se poate aprecia că debitele produse au fost egale cu ale pompelor anterioare, de tip TB, iar durata de funcţionare a fost mai mică decît a pompelor uzuale, din cauza extragerii de la puţ din motive tehnice [7].

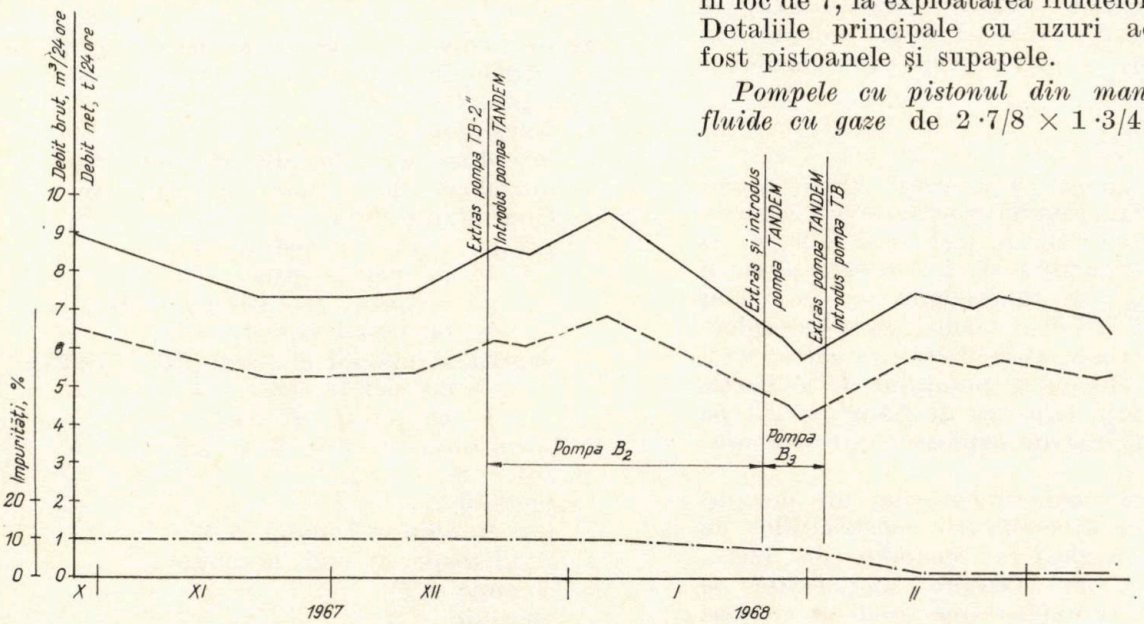



Fig. 12. Comportarea în exploatare a pompei de extracţie tip tandem pentru fluide cu gaze:
—— debit brut, m³/24 ore; – – – debit net, t/24 ore; –.–.–.impurităţi.

*Pompele cu etanşare simplificată pentru ţiţeiuri vîscoase.* Pompa cu cilindrul mobil de 2·7/8 × × 1·3/4 in a realizat un debit mediu cu circa 10 % mai mic decît al pompelor anterioare din cauza modificării unor elemente de pompare. Pompa cu piston mobil de 2·7/8 × 2·1/4 in experimentată a realizat o durată de funcţionare comparabilă cu a pompelor uzuale şi debite nete mai mici, din cauza creşterii procentului de impurităţi (fig. 16) sau egale, dacă s-au menţinut aceiaşi parametri de funcţionare. Rezultatele experimentărilor au scos în evidenţă că etanşarea este asigurată de numai 2 cămăşi în loc de 7, la exploatarea fluidelor vîscoase [7]. Detaliile principale cu uzuri accentuate au fost pistoanele şi supapele.

*Pompele cu pistonul din manşoane pentru fluide cu gaze* de 2·7/8 × 1·3/4 in. Durata de funcţionare a fost de 2 ori mai mare decît a pompelor de tip P folosite anterior — comparabilă cu a pompelor de tip TB.

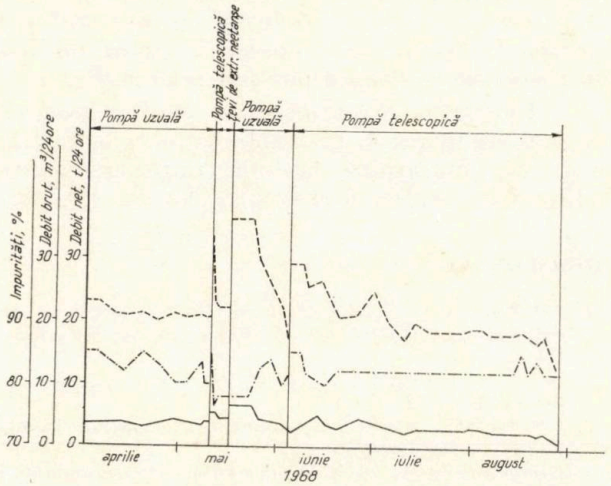



Fig. 13. Comportarea în exploatare a pompei de extracţie telescopice ($C_4$)
– – – debit brut, m³/24 ore; –.–.–. impurităţi, %; —— debit net/24 ore.

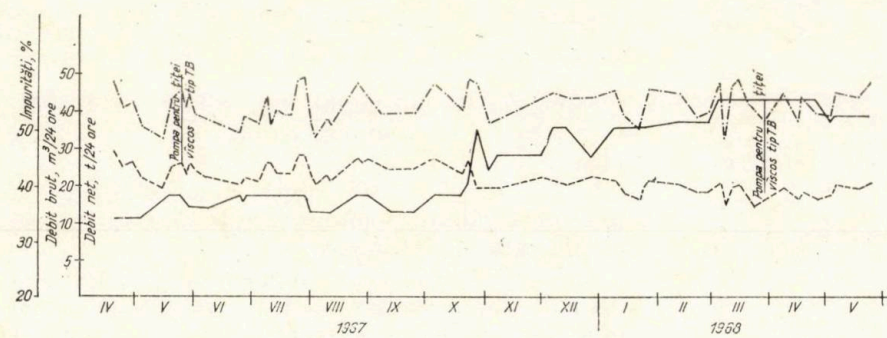



Fig. 16. Comportarea în exploatare a pompelor de extracţie 27/8 in cu etaşnare simplificată cu piston mobil pentru ţiţei vîscos
–.–.– debit brut, m³/24 ore; – – – debit net, t/24 ore; —— impurităţi, %.

Deoarece datele obținute la experimentarea pompelor cu clapă, pompelor cu etanșare simplificată și pompelor cu pistonul din manșoane nu sînt suficient de concludente, verificîndu-se în principal soluțiile constructive, se recomandă confecționarea unui număr mai mare de pompe și continuarea experimentelor.

## Concluzii

Din cele expuse se desprind următoarele:

1. Prin îmbunătățirile constructive ale pieselor componente: cămăși, pistoane, supape cu bile, colivii, dispozitive de fixare etc., poate fi mărită durata de funcționare a pompelor uzuale de tip P și TB în condiții grele de exploatare (mediu corosiv, abraziv etc.) cu circa 50%.

2. Mărirea eficienței pompelor de extracție se realizează prin folosirea de tipuri de pompe adecvate condițiilor de exploatare și caracterului extras.

3. Rezultatele experimentărilor au demonstrat utilitatea diversificării construcțiilor de pompă corespunzătoare mediului de lucru. Astfel, pompa cu etanșare simplificată se întrebuințează la exploatarea sondelor cu țiței vîscos, pompa cu clapă pentru țițeiuri foarte vîscoase, pompa cu pistonul din manșoane pentru rații gaze lichid mai mari de 500 $Nm^3/m^3$, pompele cu cilindrul mobil și cu refulare pe la partea inferioară se folosesc la sonde cu nisip în suspensie în fluidul pompat pînă la 2%.

4. Lucrările experimentale pentru pompele care nu au intrat în producție de serie în R.S.R., dar sînt omologate, trebuie continuate pentru edificarea asupra domeniului lor de utilizare.

### BIBLIOGRAFIE


1. * * * Composite Catalog of Oil Field Equipment and Services. **1**, **2**, **3**, 1970—1971, World Oil Houston, Texas, S.U.A.
2. * * * Burtonwood — Deep Oil Well Plunger Pumps and Accesories, USI.
3. * * * USI — Oilfield Equipment, Subsurface Plunger Pumps, USI, London.
4. Brătianu, R. și Eftimescu, P. Îmbunătățirea tehnologiei de fabricație și de exploatare a pieselor de pompă tip P și a prăjinilor de pompare. Ac. 18.22.3/1969, ICPTG-Cîmpina.
5. Pantea, I. Urmărirea comportării pompelor speciale cu piston. Tema VIII/3, 1966, ICPTG Cîmpina.
6. Eftimescu, P., Brătianu, R., Cîmpeanu, O. și Petre, N. Studiul pompelor cu piston importate precum și a gradului lor de uzură. Ac. 18.21.2/1968, ICPTG- Cîmpina.
7. Brătianu, R., Eftimescu, P. și Cîmpeanu, O. Studiul construcției și fabricației pompelor speciale asimilate, fabricate în țară, urmărirea comportării lor și studiul gradului de uzură Ac. 18.2.3/1968.
8. Mihăilescu, M. Studii și realizări în domeniul pompelor de adîncime. Petrol și gaze, octombrie 1969.
9. * * * API, Specification for Subsurface Pumps and Fittings. API, Std. 11 A.X.Ed. VI, martie 1971, Dalas, Texas.
10. * * * Catalog de pompe de adîncime. IPCUP-București, 1971.


**Clasificarea pompelor de extracție conform A.P.I. este prezentată în Anexa 1**

**Clasificarea pompelor după indicațiile Institutului proiectare, cercetare utilaj petrolier [10]**

Tipul pompei se notează printr-un grup de litere urmat de dimensiunea pompei. Semnificația literelor este următoarea:

1. Tipul pompei:
   — introdusă cu prăjinile de pompare — P
   — introdusă cu țevile de extracție — T
2. Tipul cilindrului:
   — pentru pompe cu piston metalic:
      — cu perete gros — G
      — cilindru cu cămăși — B
      — cu perete subțire — X
   — pentru pompe cu pistoane din garnituri:
      — cu perete gros — I
      — cu perete subțire — Y
3. Locul dispozitivului de fixare:
   — sus — S
   — jos — J
   — jos, cu cilindrul mobil — M
4. Tipul dispozitivului de fixare:
   — cu cupe — C
   — mecanic — A

Clasificarea pompelor de adîncime este redată în tabela 2.

TABELA 2

**Clasificarea pompelor de adîncime după IPCUP**

| Tipul pompei | Felul cilindrului / Locul fixării | Simbolul pompei | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pistoane metalice | | | Piston cu garnituri | |
| | | Cilindru cu: | | | | |
| | | perete gros | cămăși | perete subțire | perete gros | perete subțire |
| Pompe tip P | Fix / sus | PGS | PBS | PXS | — | PYS |
| | Fix / jos | PGJ | PBJ | PXJ | — | PYJ |
| | Mobil / Jos. | PGM | PBM | PXM | — | PYM |
| Pompe tip T | | TG | TB | — | TI | — |

Pompele de adîncime tip STAS 2896—66, în funcție de tipul și construcția lor, se clasifică astfel:

1. Tip P, cu piston metalic și cilindrul din mai multe cămăși; pompa completă se introduce cu prăjinile de pompare.

2. Tip TB, cu piston metalic și cu cilindrul din mai multe cămăși; corpul pompei se introduce cu țevile de extracție, iar pistonul cu prăjini de pompare.

3. Tip PCM, cu piston metalic fix și cu cilindrul mobil din mai multe cămăși; pompa se introduce cu prăjinile de pompare.

## CLASIFICAREA POMPELOR DE EXTRACȚIE

Tipurile de bază ale pompelor de extracție au fost clasificate și notate diferit în fiecare țară [9, 10], pentru identificarea lor

Clasificarea conform A.P.I. [9]

| TIPUL POMPEI | NOTAȚIILE POMPELOR | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Pistonul confecționat din metal | | | Pistonul confecționat din mase plastice | |
| | Cilindrul cu pereți groși | Cilindrul din cămăși | Cilindrul cu pereți subțiri | Cilindrul cu pereți groși | Cilindrul cu pereți subțiri |
| Pompele introduse cu prăjinile de pompare : | | | | | |
| — cu cilindrul fix și fixarea sus | R.H.A. | R.L.A. | R.W.A. | — | R.S.A. |
| — cu cilindrul fix și fixarea jos | R.H.B. | R.L.B. | R.W.B. | — | R.S.B. |
| — cu cilindrul mobil și fixarea jos | R.H.T. | R.L.T. | R.W.T, | — | R.S.T. |
| Pompele introduse cu țevile de extracție | T.H. | T.L. | — | T.P. | — |

Notațiile conform A.P.I. [9]

Tipul pompei de adîncime este simbolizat printr-un grup de cifre și litere. Semnificația lor este următoare :

$\times\times - \times\times\times \quad \times \quad \times \quad \times \quad \times \quad \times - \times - \times$

- Lungimea totală a niplului prelungitor, pic
- Lungimea nominală a pistonului, pic.
- Lungimea cilindrului, pic
- Tipul dispozitivului de fixare
  - C — cu cupe
  - M — mecanic
- Localizarea dispozitivului de fixare
  - A — superior
  - B — inferior
  - T — inferior (cilindru mobil)
- Tipul cilindrului
  - Pentru pompele cu pistoane metalice
    - H — pereți groși
    - L — cămăși
    - W — pereți subțiri
  - Pentru pompele cu piston din mase plastice
    - S — pereți subțiri
    - P — pereți groși
- Tipul pompei
  - R — prăjini de pompare
  - T — țevi de extracție
- Dimensiunile pistonului
  - 125 — $1\,^1/_4$ in
  - 150 — $1\,^1/_2$ in
  - 175 — $1\,^3/_4$ in
  - 178 — $1\,^{25}/_{32}$ in
  - 200 — 2 in
  - 225 — $2\,^1/_4$ in
  - 250 — $2\,^1/_2$ in
  - 275 — $2\,^3/_4$ in
- Diametrul exterior al țevilor de extracție
  - 15 — 19in.
  - 20 — $2\,^3/_8$ in
  - 25 — $2\,^7/_8$ in
  - 30 — $3\,^1/_2$ in

Exemplu de notație : 20—125 R.L.B.C. 7—2—4

# *Acțiunea corosivă a apelor reziduale sărate și unele considerații privind dezaerarea prin stripare cu gaze naturale*

AL. CONSTANTINESCU și S. TĂTARU

În schelele petrolifere apele reziduale sărate provoacă coroziuni grave utilajelor. Agresivitatea acestor ape depinde de trei variabile principale, și anume : compoziția chimică, temperatura și viteza de circulație. Compoziția chimică constituie parametrul cel mai complex și este funcție de conținutul în săruri (cloruri, sulfați, carbonați) și de cel al gazelor dizolvate (bioxid de carbon, hidrogen sulfurați). Apele reziduale mai conțin și mici cantități de oxigen care provin din contactul cu aerul, ce se produce în timpul diferitelor operații : decantare, filtrare, depozitare etc. Oxigenul constituie unul dintre agenții principali, ce provoacă coroziunea fierului în medii neutre. De aceea o micșorare a conținutului de oxigen dizolvat în apele injectate în zăcământ poate reduce sensibil distrugerea utilajelor prin coroziune. De asemenea, se înlătură și posibilitățile de înfundare a straturilor de injecție, datorită produșilor de coroziune antrenați de ape.

**Mecanismul de acțiune a oxigenului.** În soluții de săruri disociate ionic, coroziunea se desfășoară prin reacții electrochimice, a căror dezvoltare se datorește apariției pe suprafața metalului a unor micropile galvanice, pe ai căror anozi se localizează distrugerea metalului. Formarea acestor pile este provocată de foarte mulți factori, ca : neomogenitatea metalului, incluziuni, depuneri neuniforme, tensiuni mecanice, termice etc. De pe zonele anodice atomii de fier trec în soluție sub formă de ioni (reacție anodică), iar electronii circulă prin metal spre zonele catodice [1]. De aici, în cazul unor

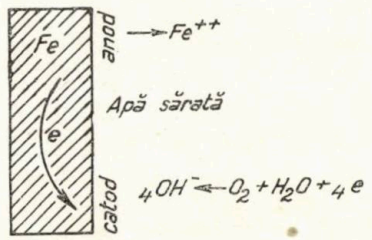



Fig. 1. Reacțiile de coroziune electrochimice în ape sărate aerate.

medii sărate neutre, electronii trec în soluție prin intermediul oxigenului dizolvat, printr-o reacție de reducere catodică, astfel (fig. 1) :

$$Fe \rightarrow Fe^{++} + 2e \text{ (reacție anodică)} \quad (1)$$

$$O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^- \text{ (reacție catodică)} \quad (2)$$

În cazul mediilor acide, reacția de reducere catodică are loc mai ales prin participarea ionilor de hidrogen. De aceea apele reziduale cu conținut ridicat de $CO_2$ sînt și mai agresive.

Prin disocierea acidului carbonic rezultă ioni de $H^+$ care intensifică apoi reacțiile de coroziune :

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow 2H^+ + CO_3^{--} \quad (3)$$

$$2H^+ + 2e \rightarrow 2H \rightarrow H_2 \text{ (reacție catodică)} \quad (4)$$

Atomii de fier ce trec în soluție de pe microzonele anodice sub formă de ioni bivalenți $Fe^{++}$ reacționează cu oxidrilii rezultați prin reducerea catodică a oxigenului. Hidrogenul fieros ce se formează $Fe(OH)_2$, este solubil în apă și, în contact cu oxigenul dizolvat trece în hidroxid feric $Fe(OH)_3$ care, fiind insolubil, se precipită și produce astfel o scădere a concentrației în ioni de fier bivalent. Acest efect antrenează o nouă trecere a fierului în soluție, prin reacția anodică, producînd astfel distrugerea metalului. Amestecul de $Fe(OH)_2$ și $Fe(OH)_3$ se transformă

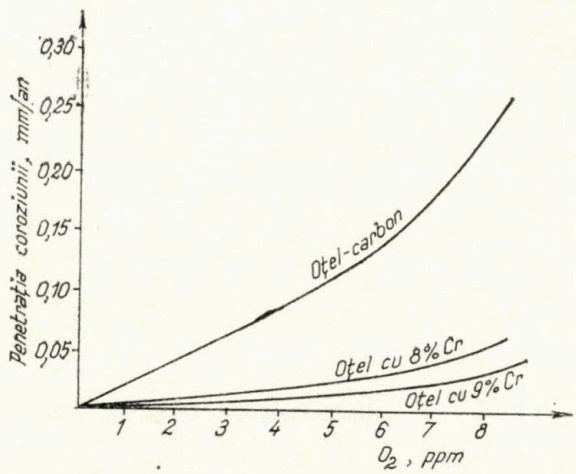



Fig. 2. Variația vitezei de coroziune a fierului în funcție de conținutul de oxigen la 24°C.

în continuare, datorită oxigenului, în $Fe_2O_3nH_2O$, compus care reprezintă produsul final de coroziune (ruginire) a fierului. Apare astfel evident faptul că, în lipsa oxigenului din apele reziduale, coroziunea poate fi mult micșorată (fig. 2). În afară de participarea oxigenului

la reacţiile de coroziune, prezenţa acestuia micşorează şi eficacitatea unor inhibitori utilizaţi în şantiere.

**Influenţa turbulenţei şi a temperaturii.** Concentraţia de oxigen scade mult în stratul limită din imediata vecinătate a suprafeţei metalului, oxigenul fiind consumat prin reacţiile de coroziune. În cazul unui mediu în repaus, aportul de oxigen se efectuează mai ales prin difuzie, fenomen care se desfăşoară cu o viteză mai înceată decît cea a reacţiilor de coroziune, producîndu-se o frînare a acţiunii de distrugere a metalului. Agitarea mediului intensifică accesul oxigenului la suprafaţa metalului şi, de aceea, accelerează coroziunea. Influenţa gradului de turbulenţă este intensificată şi datorită îndepărtării mecanice a produşilor de coroziune sau a altor depozite, care ar fi îngreuiat difuziunea oxigenului sau a altor agenţi corosivi.

Aceste aspecte se pot urmări uşor în şantiere, unde distrugerile conductelor prin coroziune, sînt mult mai numeroase decît cele ale rezervoarelor, unde apele sînt relativ în repaus.

Temperatura măreşte, de asemenea, sensibil viteza reacţiilor de coroziune. În sistem închis creşterea este continuă şi se produce aproximativ după o relaţie exponenţială. În sistem deschis este posibil ca de la o anumită temperatură (50—60°C), variaţia vitezei de creştere să capete o pantă mai mică, datorită eliminării gazelor dizolvate, precum şi din cauza unor depuneri mai abundente de produşi de precipitare, în special de săruri de calciu care în urma degajării bioxidului de carbon, trec în forme insolubile. Temperatura maximă ce poate fi admisă în şantier, stabilită prin determinări practice, este de circa 50°C. Peste această valoare uzura utilajelor datorită coroziunii capătă valori mari şi poate face exploatarea şantierului neeconomică.

**Solubilitatea oxigenului.** Apele reziduale ies din zăcămînt fără a conţine oxigen. În urma contactului cu atmosfera, din timpul unor operaţii de filtrare, pompare, depozitare etc., aceste ape pot dizolva oxigenul din aer. De aceea există instalaţii în care toate operaţiile legate de deshidratarea ţiţeiului se fac în sistem închis, pentru evitarea contactului cu oxigenul atmosferic. Solubilitatea oxigenului în apă scade cu conţinutul de săruri şi cu ridicarea temperaturii. Ca urmare şi agresivitatea apelor creşte cu conţinutul de sare numai pînă la concentraţia de 30—50 g NaCl/l, deoarece la concentraţii mai mari se reduce solubilitatea oxigenului [7]. După cele mai multe indicaţii din literatura tehnică, apele reziduale sărate rezultate de la deshidratarea ţiţeiului pot dizolva la presiunea atmosferică şi la temperatura de 25°C între 4 şi 8 p.p.m. $O_2$ [2,6]. Dacă se consideră un şantier care vehiculează o cantitate de apă de 5 000 m³/zi, cu un conţinut de 8 p.p.m. $O_2$, aceasta ar putea reacţiona cu 92 kg fier, din care ar rezulta 177 kg hidroxid de fier.

**Eliminarea oxigenului.** Îndepărtarea oxigenului din apele sărate se poate efectua prin metode chimice şi fizice. Cele chimice folosesc sulfitul de sodiu, care reacţionează cu oxigenul dizolvat. Din reacţia stoichiometrică rezultă că sînt necesare în proporţie gravimetrică opt părţi sulfit pentru o parte de oxigen. Pentru ca reacţia să fie completă se ia însă un exces, şi anume în raportul de 10 : 1. Uneori, pentru accelerarea reacţiei de fixare a oxigenului, se poate adăuga şi un catalizator, ca ioni de Co sau de Cu, în cantitate de 0,1—1 p.p.m. [5,8]. Un procedeu asemănător utilizează chiar $SO_2$, produs prin arderea sulfului. Reacţia este asemănătoare cu cea din cazul folosirii sulfitului de sodiu :

$$Na_2\ SO_3 + 1/2\ O_2 \rightarrow Na_2SO_4 \qquad (5)$$

$$SO_2 + H_2O + 1/2\ O_2 \rightarrow H_2SO_4 \qquad (6)$$

Datorită debitelor mari ce rezultă în unele schele, utilizarea metodelor chimice poate duce la un consum însemnat de materiale. De aceea se folosesc uneori metode fizice de dezaerare. Pentru apele reziduale se cunosc două procedee fizice : prin utilizarea de vacuum şi prin stripare cu gaze naturale. În cazul folosirii vacuumului, apele se introduc într-o coloană cu talere în care se face vid [3, 10]. După informaţiile din literatura de specialitate, procedeul nu este prea răspîndit. Un procedeu mai avantajos este cel de eliminare a oxigenului prin stripare cu gaze naturale de schelă, care după recuperare se pot utiliza drept combustibil [12]. Procesul de stripare se realizează în coloane cu talere sau cu umplutură din materiale ceramice, în care se introduc în contracurent apa reziduală şi gazele de stripare (fig. 3). Cînd gazele de stripare vin în contact cu apa, există tendinţa de a se realiza un echilibru între presiunea parţială a oxigenului din cele două faze, conform legii Dalton-Henry :

$$\pi y = H x$$

în care :

- $y$ este fracţia molară a oxigenului în fază gazoasă ;
- $\pi$ — presiunea din coloană ;
- H — constanta Henry pentru apa introdusă în coloană ;
- $x$ — fracţia molară a oxigenului în apă.

Valoarea constantei $H$, determinată pentru o apă reziduală dintr-un şantier avînd un conţinut de clorură de sodiu de 40 g/l, la temperatura de 20°C, a fost de $6{,}3 \cdot 10^4$ ata [11]. Rezultă că este mai mare decît valoarea constantei $H$ pentru apa pură la aceeaşi temperatură ($H = 4{,}01 \cdot 10^4$ ata), astfel că desorbţia oxigenului din apele sărate se realizează mai uşor.

Solubilitatea oxigenului este mai mare la temperaturi mai mici şi, ca urmare, coloana de desorbţie trebuie proiectată pentru temperatura minimă la care ne aşteptăm să ajungă apa

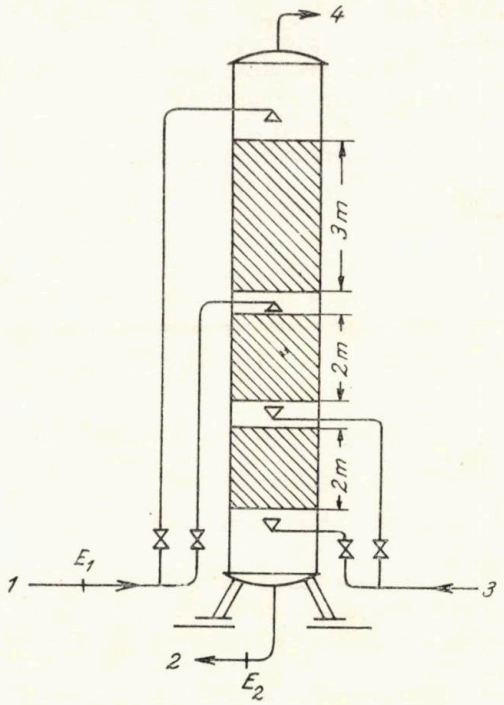



Fig. 3. Punctele de montare a dispozitivelor de măsurare a vitezei de coroziune la o coloană de dezaerare. $E_1$ şi $E_2$ sînt punctele de fixare a epruvetelor: *1* — intrarea apei; *2* — ieşirea apei dezaerate; *3*—intrarea gazelor; *4*— ieşirea gazelor.

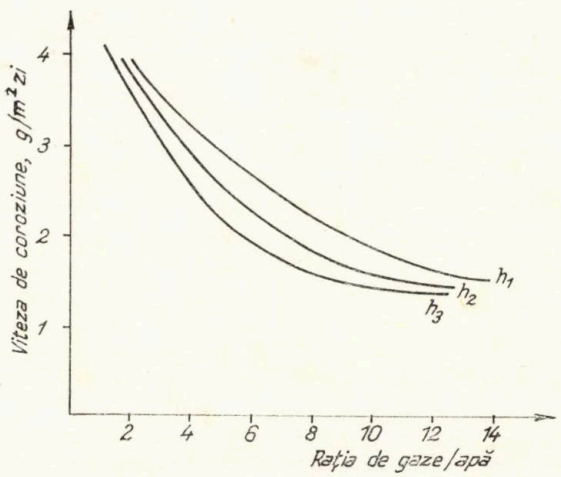



Fig. 4. Variaţia vitezei de coroziune în funcţie de raţia gaze-apă pentru diferite înălţimi ale unei coloane cu umplutură din inele Rashig.: $h_1$ — 2m; $h_2$ — 4m; $h_3$ — 7 m.

la locul unde va fi montată. Folosirea unei raţii mari de gaze/apă face să nu fie necesară o coloană prea înaltă. Acest lucru este avantajos, fiindcă costul coloanei este funcţie şi de înălţime. După ieşirea din coloana de stripare gazele pot fi recuperate pentru ardere. O dificultate mare ce poate apărea însă la striparea apelor reziduale cu duritate temporară ridicată o constituie antrenarea bioxidului de carbon. Aceasta duce la stricarea echilibrului bicarbonaţi-carbonaţi de calciu, iar apa capătă un caracter nestabil, cu o puternică tendinţă de depunere a crustelor de calciu:

$$CaH_2(CO_3)_2 \rightleftharpoons CO_2 + H_2O + CaCO_3 \quad (7)$$

Acest inconvenient este menţionat şi în literatura de specialitate, iar ca soluţie se recomandă utilizarea pentru stripare a unor gaze cu conţinut de $CO_2$ [2]. Uneori se menţionează utilizarea unor dezincrustanţi, ca metahexafosfatul de sodiu sau alte produse. Tot din cauza tendinţelor de depuneri se recomandă utilizarea coloanelor cu talere, care nu se dereglează în cazul unor precipitaţii mai mici de săruri, aşa cum se poate întîmpla în cazul coloanelor cu umplutură. Se consideră că toate apele reziduale cu $p\mathrm{H} < 8$ au tendinţă de depunere a sărurilor atunci cînd sînt stripate cu gaze naturale, mai ales cînd se urmăreşte eliminarea oxigenului dizolvat pînă la un conţinut rezidual de 0,1 p.p.m $O_2$. Se consideră că aceasta este concentraţia care elimină coroziunea oxigenului; unele date din literatura de specialitate indică chiar valori de 0,05 p.p.m. $O_2$ rezidual [2, 3]. Dacă această stripare se efectuează cu gaze conţinînd $CO_2$, se împiedică depunerea de săruri de calciu, dar prezenţa de ape a bioxidului de carbon va face totuşi ca acestea să rămînă agresive. De aceea striparea cu gaze naturale este mai indicată a fi utilizată pentru apele de suprafaţă, care sînt folosite pentru injecţie în strat, la recuperarea secundară, sau pentru alte ape ce nu conţin bicarbonaţi. În sprijinul acestei observaţii se poate aduce şi un alt argument. Procedeul de dezaerare prin stripare cu gaze, necesită utilaje (fig. 5): coloană, pompe, aparate de măsură etc., a căror supraveghere va fi mult mai simplă dacă nu există pericolul depunerilor de crustă

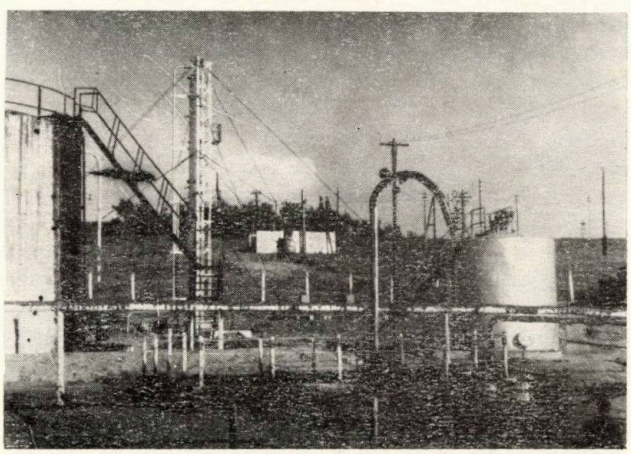


Fig. 5. Coloană de dezaerare a apelor reziduale într-un parc de colectare a ţiţeiului.

Fig. 6. Depuneri de cruste pe conducte pentru transportul apelor reziduale.

(fig. 6). De asemenea, funcţionarea instalaţiei trebuie automatizată pentru reducerea cheltuielilor necesare cu personal de supraveghere. Procedeul devine economic atunci cînd este aplicat la debite mari de ape reziduale.

**Stabilirea eficacităţii coloanelor.** Dozarea conţinutului de oxigen dizolvat în apele reziduale sărate ridică probleme dificile. Metoda clasică, Winkler, utilizată la apele dulci cu rezultate bune, nu este potrivită pentru cele de zăcămînt [6, 9], din cauza numărului mare de substanţe care le conţin şi, mai ales, din cauza ionilor feroşi $Fe^{++}$. Numeroase lucrări publicate afirmă că nici metodele electrochimice nu pot fi sigure cînd conţinutul de oxigen este mai mic de 1—2 p.p.m. [4, 6]. Desigur, se pot folosi în laborator metode foarte precise, cum sînt cele cromatografice sau prin polarografie, dar astfel de metode nu pot fi utilizate în şantier, unde erori se pot introduce chiar la recoltarea probelor din instalaţie. Pe baza acestor observaţii şi ţinînd seama că scopul urmărit prin dezaerare îl constituie reducerea agresivităţii apelor reziduale, pentru stabilirea performanţelor de funcţionare a unei astfel de instalaţii, s-a urmărit în şantier variaţia vitezei de coroziune. Măsurarea vitezelor de coroziune s-a efectuat prin epruvete montate la intrarea în coloană şi la ieşirea acesteia [13]. S-au făcut determinări pentru diferite valori de debite şi raţii de stripare. A fost posibil să se stabilească în acest fel debitul şi raţia optimă de gaze/apă, precum şi înălţimea coloanei, respectiv numărul de talere. S-a constatat că viteza de coroziune scade la început cu mărirea raţiei gaze/apă, pînă la o anumită valoare, după care rămîne constantă şi există chiar o tendinţă de creştere a vitezei de coroziune (fig. 4). Acest fenomen s-a datorat faptului că prin creşterea raţiei gaze/apă, o dată cu scăderea conţinutului în oxigen, s-a intensificat şi antrenarea de $CO_2$ [13]. Atunci cînd echilibrul bicarbonaţi — carbonaţi s-a deplasat în favoarea acestora din urmă, apa conţinea în suspensie săruri de calciu, ce au avut un efect abraziv asupra epruvetelor folosite pentru măsurarea vitezelor de coroziune. Tendinţa depunerilor de săruri poate duce şi la alte dezavantaje, cum sînt : strangularea conductelor de transport sau micşorarea permeabilităţii stratelor de injecţie. Un dezavantaj al măsurărilor vitezelor de coroziune prin utilizarea epruvetelor îl constituie durata de timp necesară acestor determinări (10—15 zile).

## Concluzii

Oxigenul conţinut în apele reziduale constituie unul dintre elementele ce contribuie la distrugerea prin coroziune a utilajelor. De asemenea, prezenţa acestui element micşorează eficienţa unor inhibitori. Apele sărate ies din zăcămînt lipsite de oxigen, dar îl pot dizolva în timpul contactului cu atmosfera. De aceea trebuie evitate operaţiile ce favorizează această acţiune, cum sînt : scurgerile apelor de la înălţime în bataluri sau rezervoare, filtrări tulburente, vîrtejuri la tragerea pompelor cu piston etc. Eliminarea oxigenului se poate obţine avantajos prin stripare cu gaze naturale. Acest procedeu poate provoca însă, în cazul apelor cu duritate temporară ridicată, depuneri de săruri de calciu. Urmărirea eficacităţii instalaţiilor de dezaerare poate fi mai simplu şi mai sigur stabilită prin compararea vitezelor de coroziune măsurate la intrarea şi ieşirea din coloanele de stripare.

Experimentarea în şantier a unei instalaţii de eliminare a oxigenului prin stripare cu gaze naturale a arătat că procedeul permite reducerea substanţială a vitezelor de coroziune şi a făcut posibilă stabilirea dimensiunilor coloanei şi a raţiei optime de gaze/apă.

## BIBLIOGRAFIE


1. Whuitier, P. Raffinage et génie chimique, Paris, 1965.
2. Weeter, F. R. J. Petrol Tehnol., mai 1965.
3. Hudgins, Ch. M. şi Hanson, R. T. Oil Gas J., **15**, febr. 1971.
4. Gutzeit, C. L. şi Hoff, V. P. Oil Gas J. **22**, febr. 1971.
5. Snavely, S. E. J. Petrol Tehnol, april., 1971.
6. Klas, H. Conferinţă la al VI-lea Congres Mondial al Petrolului, Frankfurt 1963.
7. Bradley, B. W. Petrol Eng. **42**, nr. 13, 1970.
8. Crowford, P. B. Prod. Monthley, ian. 1966.
9. Brnard, C. Ge., Marsch, A. Glenn, Transactions AIMEE **195**, 1952.
10. Adams, H., Gene, Oil Gas J., mai 15, 1967.
11. Robu, V. şi Suciu, I. Referat I.P.G.P.—Bucureşti — lucrare nepublicată 1967.
12. Athanasiadis, A. ş. a. Elaborarea unor piloţi pentru studiul combaterii coroziunii apelor reziduale. Tema ICFE P. 1843. 2 /1967.
13. Constantinescu, A. ş.a. Cercetări privind combaterea coroziunii apelor reziduale în schele. Tema ICFE P. 18.43.5/1970.

# Contribuţii la studiul uleiurilor minerale provenite din ţiţeiuri parafinice

LIVIA ORĂŞANU

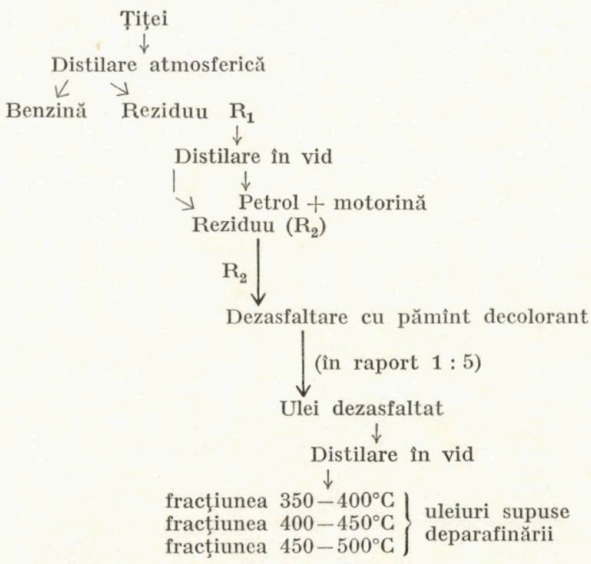
Lucrarea are drept scop obţinerea de uleiuri minerale provenite din ţiţeiuri cu caracter parafinic. Procentul mare de carbon parafinic şi foarte scăzut de carbon aromatic pentru fracţiunile de ulei din intervalul de distilare 350 — 500°C a dus la ideea prelucrării acestor uleiuri numai prin deparafinare, pentru îndepărtarea hidrocarburilor parafinice, fără a fi supuse ulterior şi solventării, pentru îndepărtarea hidrocarburilor aromatice.

În acest articol sînt redate rezultatele obţinute în laborator prin deparafinarea unor fracţiuni de uleiuri cu caracter intens parafinic. Materialul supus deparafinării a fost constituit din uleiuri care proveneau din ţiţeiuri parafinice [1] pentru care $C_p^t \geqslant 72$.

Ţiţeiurile din care provin uleiurile sînt notate în cursul lucrării cu *M*, *C* şi *SN*.

## Partea experimentală

Uleiurile au fost obţinute după schema




## I. Analiza materiei prime

Uleiurile respective au fost analizate, determinîndu-se o serie de caracteristice fizice (tabela 1), precum şi compoziţia fracţiunilor exprimată prin distribuţia carbonului în grupele structurale (tabela 2) şi numărul mediu de cicluri pe moleculă (tabela 3), viscozitatea şi indicele de viscozitate (tabela 4), precum şi conţinutul în ceară (tabela 5).

TABELA 1

**Date analitice ale fracţiunilor de ulei**

| Fracţiuni | Constante fizice | Uleiuri | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *M* | *C* | *SN* |
| 350—400°C | $d_4^{70}$ | 0,8196 | 0,8506× | 0,7985 |
| | $n_D^{70}$ | 1,4500 | 1,4723× | 1,4450 |
| | M | 307 | 307 | 310 |
| 400—450°C | $d_4^{70}$ | 0,8234 | 0,8349 | 0,8120 |
| | $n_D^{70}$ | 1,4574 | 1,4602 | 1,4492 |
| | M | 380 | 370 | 406 |
| 450—500°C | $d_4^{70}$ | 0,8434 | 0,3467 | 0,8188 |
| | $n_D^{70}$ | 1,4695 | 1,4658 | 1,4522 |
| | M | 540 | 482 | 511 |

$d_4^{70}$ — densitatea; $n_D^{70}$ — indice de refracţie; M — masa moleculară
Valorile notate cu x sînt determinate la 20°C

TABELA 2

**Compoziţia fracţiunilor de ulei iniţiale exprimată prin distribuţia carbonului în grupele structurale**

| Fracţiunea | Mărimi structurale | Uleiuri | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *M* | *C* | *SN* |
| 350—400°C | % $C_R$ | 39 | 34 | 21 |
| | % $C_A$ | 1 | 8 | 7 |
| | % $C_N$ | 38 | 26 | 14 |
| | % $C_P$ | 61 | 66 | 79 |
| 400—450°C | % $C_R$ | 29 | 37 | 23 |
| | % $C_A$ | 9 | 5 | 2 |
| | % $C_N$ | 20 | 32 | 21 |
| | % $C_P$ | 71 | 63 | 77 |
| 450—500°C | % $C_R$ | 31 | 34 | 23 |
| | % $C_A$ | 10 | 4 | 1 |
| | % $C_N$ | 21 | 30 | 22 |
| | % $C_P$ | 69 | 66 | 77 |

% $C_A$ — procent de carbon în structură aromatică.
% $C_P$ — procent de carbon în structură parafinică.
% $C_N$ — procent de carbon în structură naftenică.
% $C_R$ — procent de carbon în structură ciclică.

TABELA 3

**Număr mediu de cicluri pe moleculă la fracțiunile de ulei inițiale**

| Fracțiuni | Mărimi structurale | Uleiuri | | |
|---|---|---|---|---|
| | | M | C | SN |
| 350—400°C | $R_A$ | 0,12 | 0,29 | 0,25 |
| | $R_N$ | 1,55 | 1,15 | 0,59 |
| | $R_T$ | 1,67 | 1,44 | 0,84 |
| 400—450°C | $R_A$ | 0,41 | 0,27 | 0,16 |
| | $R_N$ | 1,02 | 1,65 | 1,03 |
| | $R_T$ | 1,43 | 1,92 | 1,20 |
| 450—500°C | $R_A$ | 0,60 | 0,28 | 0,15 |
| | $R_N$ | 1,30 | 2,10 | 1,35 |
| | $R_T$ | 1,90 | 2,38 | 1,50 |

$R_A$ – număr mediu de cicluri aromatice;
$R_N$ – număr mediu de cicluri naftenice;
$R_T$ – număr mediu de cicluri totale.

TABELA 4

**Date de viscozitate ale uleiurilor inițiale**

| Viscozități | Uleiuri | | |
|---|---|---|---|
| | M | C | SN |
| Fr. 350—400°C viscozitate la : | | | |
| 100°F, cSt | 9,6 | 9,6 | 9,8 |
| 210°F, cSt | 2,6 | 2,6 | 2,6 |
| 50°C, °E | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| $IV_E$ | 115 | 115 | 110 |
| Fr. 400—450 °C viscozitate la : | | | |
| 100°F, cSt | 21,3 | 22,8 | 16 |
| 210°F, cSt | 4,3 | 4,2 | 3,9 |
| 50°C, °E | 2,2 | 2,3 | 1,9 |
| $IV_E$ | 120 | 100 | 175 |
| Fr. 450—500°C viscozitate la : | | | |
| 100°F. cSt | 70 | 60 | 27 |
| 210°F,cSt | 9,4 | 8,1 | 6,1 |
| 50°C, °E | 5,6 | 4,8 | 2,6 |
| $IV_E$ | 122 | 124 | 200 |

Valorile pentru indici de viscozitate s-au calculat cu ajutorul nomogramei pentru indice de viscozitate extins $IV_E$ [2].

TABELA 5

**Conținutul în ceară* al uleiurilor inițiale**

| Fracțiunea, °C | Ceară, % | | |
|---|---|---|---|
| | M | C | SN |
| 350—400 | 30,3 | 16,0 | 43,7 |
| 400—450 | 39,0 | 26,5 | 63,5 |
| 450—500 | 44,2 | 27,7 | 73,9 |

Valorile mari obținute pentru indicii de viscozitate sînt caracteristice produselor cu un conținut de ceară ridicat, ceea ce, de fapt, este ilustrat de tabelele 4 și 5.

* Prin ceară de petrol se înțelege produsul nedistilat care conține hidrocarburile solide naturale ale țițeiului cu puncte de topire de peste 30°C, separate prin deparafinare din uleiul rezidual obținut prin dezasfaltarea păcurii de la distilarea primară.

Din datele tabelelor 1,2 și 3 rezultă că uleiurile luate în studiu sînt caracterizate prin valori foarte mici ale densității și indicelui de refracție. Valorile pentru % $C_P$ sînt cuprinse între 61 %, la fracțiunea 350 — 400°C provenită din țițeiul M, și 79 %, la aceeași fracțiune de ulei, provenită din țițeiul SN, ceea ce indică un caracter foarte intens parafinic. Valorile pentru % $C_A$ sînt extrem de mici, oscilînd între 1—2 și 9—10 %, fapt care a condus la ideea deparafinării uleiurilor, fără a trece și prin etapa de solventare.

Gradul de ciclizare este foarte mic pentru toate fracțiunile de ulei, fiind în concordanță cu procentul mare de $C_P$ (carbon parafinic). Caracterul parafinic intens apare și din valorile mici pentru viscozitate, precum și din conținutul mare de ceară (tabelele 4 și 5) al fracțiunilor de ulei studiate.

## II. Deparafinarea fracțiunilor de ulei

Operația de deparafinare s-a făcut în două trepte, lucrîndu-se cu un solvent format din metiletilcetonă, benzen, toluen în raport 50/35/15 (în greutate). În prima treaptă s-a lucrat cu o rație de solvent/ulei, 2/1 pentru fracțiunile 350—400°C și 400 — 450°C și 3/1 pentru fracțiunea 450 — 500°C. În a doua treaptă s-a lucrat cu raportul 4/1 pentru toate fracțiunile. În ambele trepte de deparafinare determinările s-au făcut la temperaturi de —20°C. Randamentele obținute la sfîrșitul celei de-a doua treaptă de deparafinare sînt redate în tabela 6.

TABELA 6

**Randamentele produselor după a doua treaptă de deparafinare**

| Fracțiunea, °C | M | | | C | | | SN | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ulei, % | ceară, % | pierderi, % | ulei, % | ceară, % | pierderi, % | ulei, % | ceară, % | pierderi, % |
| 350—400 | 68 | 30 | 2 | 83 | 15 | 2 | 55 | 42 | 3 |
| 400—450 | 58 | 39 | 3 | 72 | 26 | 2 | 33 | 64 | 3 |
| 450—500 | 53 | 44 | 3 | 70 | 27 | 3 | 25 | 74 | 1 |

## Analizele produselor rezultate prin deparafinarea uleiurilor

În tabelele ce urmează se dau rezultatele analizelor obținute după deparafinarea uleiurilor; analizele au constat din determinări de indice de refracție, densitate și masă moleculară, precum și caracterizări de viscozitate și indice de viscozitate (tabelele 7 și 8).

Din datele tabelei 7, rezultă valori mai mari pentru densitate, indice de refracție pentru uleiurile deparafinate, comparativ cu cele ini-

Tabela 7

**Constante fizice ale uleiurilor după deparafinare**

| Fracțiunea, °C | Constante fizice | Uleiuri | | |
|---|---|---|---|---|
| | | M | C | SN |
| 350—400 | $d_4^{20}$ | 0,8775 | 0,8596 | 0,8536 |
| | $n_D^{20}$ | 1,4815 | 1,4797 | 1,4762 |
| | M | 302 | 300 | 300 |
| 400—450 | $d_4^{20}$ | 0,8885 | 0,8878 | 0,8725 |
| | $n_D^{20}$ | 1,4942 | 1,4898 | 1,4825 |
| | M | 360 | 360 | 373 |
| 450—500 | $d_4^{20}$ | 0,9055 | 0,8945 | 0,8855 |
| | $n_D^{20}$ | 1,5000 | 1,4948 | 1,4850 |
| | M | 520 | 478 | 477 |

TABELA 8

**Date de viscozitate a uleiurilor după deparafinare**

| Viscozități | Uleiuri | | |
|---|---|---|---|
| | M | C | SN |
| Fr. 350—400°C viscozitate la : | | | |
| 100°F, cSt | 10,7 | 10,8 | 10,67 |
| 210°F, cSt | 2,70 | 2,70 | 2,72 |
| IV. | 102 | 101 | 107 |
| Fr. 400—450°C viscozitate la : | | | |
| 100°F, cSt | 25,0 | 32,54 | 24,2 |
| 210°F, cSt | 4,7 | 5,23 | 4,4 |
| IV. | 118 | 102 | 100 |
| Fr. 450—500°C viscozitate la : | | | |
| 100°F, cSt | 110,0 | 100,0 | 60,4 |
| 210°F, cSt | 11,3 | 9,8 | 8,0 |
| IV | 100 | 81 | 109 |

țiale. De asemenea, valorile pentru viscozitate sînt mai mari, comparativ cu ale uleiurilor inițiale. Se constată valori ceva mai scăzute pentru indicele de viscozitate, totuși destul de ridicate ca să satisfacă una dintre condițiile cerute pentru asemenea uleiuri.

Este interesantă și scăderea substanțială a punctelor de congelare după deparafinare, scădere care este arătată în tabela 9, în comparație cu punctele de congelare ale uleiurilor inițiale.

Pentru a se constata căror modificări în structura chimică se datorește scăderea nu prea mare a indicelui de viscozitate și scăderea substanțială a punctului de congelare, s-a făcut analiza pe grupe structurale a uleiurilor după deparafinare, analiză exprimată prin % $C_P$, % $C_A$, % $C_N$ și $R_A$, $R_N$, $R_T$ (tabelele 10 și 11).

TABELA 10

**Compoziția fracțiunilor exprimată prin distribuția carbonului în grupele structurale, la uleiurile deparafinate**

| Fracțiunea, °C | Mărimi structurale, % | Uleiuri | | |
|---|---|---|---|---|
| | | M | C | SN |
| 350—400 | $C_A$ | 5 | 14 | 12 |
| | $C_N$ | 44 | 25 | 22 |
| | $C_R$ | 49 | 39 | 34 |
| | $C_P$ | 51 | 61 | 66 |
| 400—450 | $C_A$ | 15 | 10 | 8 |
| | $C_N$ | 23 | 36 | 30 |
| | $C_R$ | 38 | 46 | 38 |
| | $C_P$ | 62 | 54 | 62 |
| 450—500 | $C_A$ | 10 | 10 | 9 |
| | $C_N$ | 32 | 29 | 33 |
| | $C_R$ | 42 | 39 | 42 |
| | $C_P$ | 58 | 61 | 58 |

TABELA 11

**Număr mediu de cicluri pe moleculă la uleiurile deparafinate**

| Fracțiunea, °C | Mărimi structurale | Uleiuri | | |
|---|---|---|---|---|
| | | M | C | SN |
| 350—400 | $R_A$ | 0,20 | 0,49 | 0,45 |
| | $R_N$ | 1,97 | 1,16 | 0,95 |
| | $R_T$ | 2,17 | 1,65 | 1,40 |
| 400—450 | $R_A$ | 0,64 | 0,44 | 0,36 |
| | $R_N$ | 1,27 | 2,06 | 1,62 |
| | $R_T$ | 1,91 | 2,50 | 1,98 |
| 450—500 | $R_A$ | 0,67 | 0,60 | 0,54 |
| | $R_N$ | 2,66 | 2,23 | 2,25 |
| | $R_T$ | 3,33 | 2,83 | 2,79 |

TABELA 9

**Puncte de congelare înainte și după deparafinare**

| Fracțiunea, °C | Uleiuri | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | M | | C | | SN | |
| | inițial | după deparafinare | inițial | după deparafinare | inițial | după deparafinare |
| 350—400 | 27,5 | —2,5 | 18 | —2,5 | 31 | —2 |
| 400—450 | 42 | —3 | 35 | —3 | 47 | —7 |
| 450—500 | 53 | —3 | 46 | —3 | 55 | —3 |

Cerurile separate prin deparafinare au fost analizate prin metode de analiză pe grupe structurale, stabilindu-se proporția între cele trei elemente structurale % $C_P$, % $C_N$ și % $C_A$. În tabelele 12 și 13 se prezintă constantele fizice de caracterizare a fracțiunilor de ceară separate din ulei, precum și analiza pe grupe structurale ale acestora.

Acestea au fost comparate cu datele din literatura de specialitate referitoare la cerurile separate din același domeniu de distilare, constatîndu-se o bună concordanță [3].

TABELA 12

**Constantele fizice ale cerurilor separate prin deparafinare**

| Fracțiunea, °C | Constante fizice | Ceruri | | |
|---|---|---|---|---|
| | | M | C | SN |
| 350—400 | $d_4^{70}$ | 0,7779 | 0,7838 | 0,7789 |
| | $n_D^{70}$ | 1,4303 | 1,4345 | 1,4310 |
| | M | 335 | 325 | 340 |
| 400—450 | $d_4^{70}$ | 0,7907 | 0,7842 | 0,7809 |
| | $n_D^{70}$ | 1,4375 | 1,4360 | 1,4338 |
| | M | 410 | 390 | 435 |
| 450—500 | $d_4^{70}$ | 0,8019 | 0,8000 | 0,8005 |
| | $n_D^{70}$ | 1,4462 | 1,4438 | 1,4442 |
| | M | 560 | 510 | 540 |

TABELA 13

**Compoziția cerurilor exprimată prin distribuția carbonului în grupele structurale**

| Fracțiunea, °C | Mărimi structurale, % | Uleiuri | | |
|---|---|---|---|---|
| | | M | C | SN |
| 350—400 | $C_A$ | 0 | 0 | 0 |
| | $C_N$ | 12 | 13 | 10 |
| | $C_P$ | 88 | 87 | 90 |
| 400—450 | $C_A$ | 0 | 0 | 0 |
| | $C_N$ | 12 | 6 | 3 |
| | $C_P$ | 88 | 94 | 97 |
| 450—500 | $C_A$ | 0 | 0 | 0 |
| | $C_N$ | 7 | 10 | 8 |
| | $C_P$ | 93 | 90 | 92 |

Din tabela 13 rezultă că prin deparafinare s-au separat ceruri la care procentul de carbon parafinic este predominant (de la 88 la 97 %), procentul de carbon aromatic este 0 și procentul de carbon naftenic este cuprins între 3 și 13 %. Valorile mici ale indicelui de refracție și ale densității și valorile mari ale % $C_P$ din cerurile separate ne fac să afirmăm că acestea sînt constituite în majoritate din hidrocarburi parafinice corespunzătoare intervalului de distilare în care s-au separat.

## III. Discuții și concluzii

Din compararea datelor analizei ndM a uleiurilor inițiale cu cele deparafinate, se constată o descreștere simțitoare a % $C_P$ (carbon în structură parafinică) mai mică pentru uleiurile provenind din țițeiul C (cu un conținut de ceară mai redus) și mai mare la cele provenind din țițeiul M și SN (cu un conținut de ceară mai ridicat). Descreșterea % $C_P$, ilustrată grafic în figura 1, este cuprinsă între 5 %, la

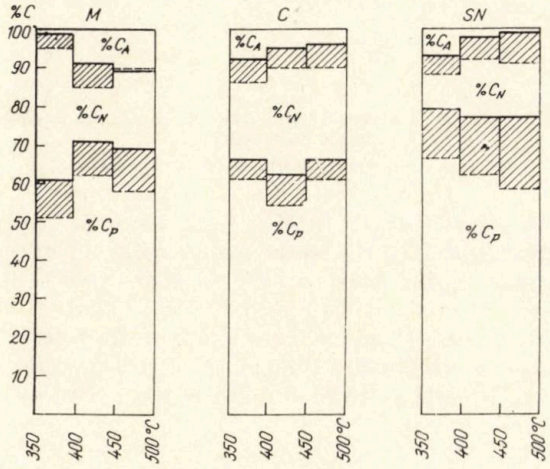



Fig. 1. Distribuția atomilor de carbon în structuri : —ulei inițial; ---ulei deparafinat

fracțiunea 350 — 400°C și 450 — 500°C din țițeiul C și 19 %, la fracțiunea 450 — 500°C, din țițeiul SN.

Cu toate că conținutul de ceară variază mult la uleiurile inițiale (16—73,9%), se ajunge în final la uleiuri cu aproximativ același punct de congelare (~— 3°C). După cum reiese din figura 1, scăderea % $C_P$ este mare la unele uleiuri, totuși după deparafinare se ajunge la valori destul de ridicate ale lui $C_P$ (66%) la uleiul 350 — 400°C provenind din țițeiul SN și de 51% la aceeași fracțiune provenind din țițeiul M. Aceasta ne face să afirmăm că prin deparafinare s-au îndepărtat într-adevăr hidrocarburile parafinice superioare, purtătoare ale punctelor de congelare atît de ridicate, și au rămas hidrocarburile ciclice cu lanțuri parafinice, care dau valori destul de ridicate ale indicelui de viscozitate. Scăderea % $C_P$ după deparafinare este întovărășită de creșterea nu prea mare a % $C_A$, față de valorile inițiale. Se ajunge cu % $C_A$ aproximativ la aceeași valoare pentru toate fracțiunile de ulei (cuprinsă între 10—15 %). % carbon naftenic crește, în general, la uleiurile deparafinate în limite nu prea mari.

Gradul de ciclizare $R_T$ crește la uleiurile deparafinate față de cele inițiale (tabela 11), mai ales la fracțiunile 450—500°C. Un parametru care ne interesează este indicele de viscozitate.

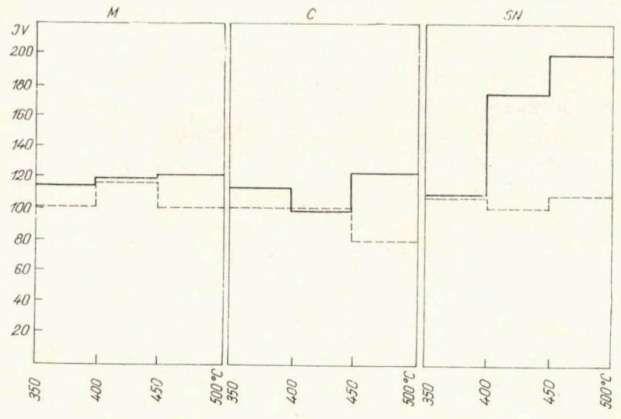



Fig. 2. Indicele de viscozitate înainte şi după deparafinarea uleiurilor :
—I.V. la uleiuri iniţiale; ---I.V. la uleiuri deparafinate

Se constată variaţii mici pentru valorile indicelui de viscozitate la toate fracţiunile, cu excepţia fracţiunilor 400—450°C şi 450—500°C din ţiţeiul SN şi a fracţiunii 450 — 500°C din ţiţeiul C. Acest lucru este ilustrat în figura 2, în care se prezintă variaţia IV la fracţiunile de uleiuri iniţiale şi după deparafinare. Indicii de viscozitate la fracţiunile de ulei deparafinate ajung aproximativ toţi la aceeaşi valoare (aproximativ 100), cu excepţia fracţiunii 450 — 500°C din ţiţeiul SN, la care IV este 81.

Valoarea de aproximativ 100 pentru indice de viscozitate, la toate fracţiunile de ulei studiate este în concordanţă cu valoarea punctului de congelare aproximativ, egală cu —3°C.

## CONCLUZII

S-au studiat proprietăţile fizico-chimice ale uleiurilor provenite din ţiţeiuri diferite, cu caracter intens parafinic şi foarte slab aromatic, obţinîndu-se numai prin operaţia de deparafinare, fără solventare, uleiuri cu indici de viscozitate ridicaţi (aproximativ 100) şi puncte de congelare scăzute ($\approx$—3°C), comparabile cu uleiurile industriale.

## BIBLIOGRAFIE

1. Orăşanu, L. Studiul ţiţeiurilor din unele şantiere noi din Transilvania. Petrol şi gaze, **23**, nr. 12, 1972.
2. * * * ASTM Standards 1964, part. 17, p. 817.
3. Nelson, W. L., Chemical Engineering Series. Lubricating Oils and Waxes p. 161—164.

# ASPECTE ALE EVALUĂRII CALITĂȚII ULEIURILOR DE MOTOARE

M. ILISEI, N. MOȘESCU, MANUELA STĂNESCU, LILIANA POPA

Degradarea uleiului de motor decurge din contaminarea lui cu produși scăpați din camera de combustie și cu ulei ars, precum și din transformările chimice la care participă acești produși, ca și cei rezultați din reacțiile termooxidante, suferite de ulei în circuitul de ungere, în special în zonele fierbinți ale motorului.

Procesul complex al degradării uleiului de motor include ruperi moleculare, oxidări și polimerizări suferite de hidrocarburile constituente ale combustibilului și ale uleiului, din care rezultă produși solubili și insolubili în ulei. Aceștia se regăsesc dizolvați sau ca suspensii în masa de ulei de recirculare, precum și sub formă de depuneri în filtre și pe piesele motorului.

Formele extreme de degradare a uleiului în motor pot fi caracterizate, într-un caz, prin preponderența reacțiilor termooxidante și polimerizante, ce duc la depunerea de lacuri în zonele fierbinți, iar în celălalt caz, prin contaminarea uleiului cu produși de ardere incompletă din camera de combustie, în condiții favorabile producerii depunerilor moi în zonele reci ale motorului. Prima formă de degradare predomină în regim de funcționare a motoarelor la temperaturi ridicate, iar a doua este caracteristică condițiilor de serviciu cu mers în gol și cu porniri și opriri dese.

În general, modul de degradare a uleiului depinde de concepția constructivă a motorului, de sarcina lui termică și mecanică și de regimul de exploatare, precum și de calitatea combustibilului și a combustiei. În mod special, în cazul motoarelor mobile, care se caracterizează mai mult decît alte categorii de motoare prin regimuri funcționale inconstante, datorită solicitărilor foarte variate, procesul degradării uleiului este de natură mixtă, incluzînd ambele forme extreme descrise.

Aditivarea conferă uleiului proprietăți de rezistență prelungită la acțiunea agenților de degradare, precum și anumite calități îmbunătățite de ungere. Ea creează condiții de întîrziere a uzării uleiului și de combatere a efectelor vătămătoare ce decurg din deteriorarea proprietăților lui ca lubrifiant și ca mediu de transport și de evacuare a căldurii și a impurităților insolubile.

Influența aditivilor se exercită multilateral, prin efecte individuale și sinergetice. Natura acestor efecte și potențialul de calitate creat prin aditivare constituie criteriile de clasificare a uleiurilor de motoare. Dintre acestea, rezistența la oxidare și detergența reprezintă, în mod uzual, criteriile principale de apreciere și de diferențiere calitativă a uleiurilor de motoare pe scara proprietăților de performanță în serviciu.

Uleiurile de bază posedă, ele însele, oarecari proprietăți de rezistență la oxidare, dependente de structura chimică a constituenților, dar care sînt insuficiente pentru a face față solicitărilor din motoarele moderne. Ridicarea acestei caracteristici la nivelul exigențelor se realizează prin adaosuri de inhibitori adecvați de oxidare.

Detergența, care exprimă starea de curățenie pe care uleiul o asigură motorului, rezultă dintr-un efect combinat al calităților de rezistență la oxidare, neutralizante-bazice și dispersante ale uleiului, realizate prin aditivare.

Trebuie să se facă deosebire între detergența la temperaturi ridicate și detergența la temperaturi scăzute. Prima se referă la capacitatea uleiului de a rezista la formarea lacurilor pe suprafețele fierbinți ale motorului și la capacitatea de menținere în stare de suspensie a așa-numiților „precursori de depuneri", produși oxidați de degradare, proveniți din combustibil și ulei, responsabili de formarea lacurilor și, în parte, de cea a depunerilor moi. Cea de-a doua este legată în special de proprietățile dispersante ale uleiurilor, avînd rolul să împiedice aglomerarea și precipitarea insolubilelor sub formă de depuneri moi în zonele reci ale motorului, în condiții de funcționare la temperaturi joase.

În limbajul tehnic obișnuit, noțiunea de detergență este folosită mai ales pentru a exprima capacitatea uleiului de a menține motorul în stare curată, la temperaturi ridicate de funcționare, în timp ce proprietățile de detergență la temperaturi joase sînt evaluate prin caracteristicile de dispersanță ale uleiului.

Sînt cunoscute numeroase metode de stand și de laborator pentru aprecierea proprietăților de performanță ale uleiurilor de motoare în ceea ce privește rezistența la oxidare și la coroziune, detergența și dispersanța. Evaluarea

acestor proprietăţi se face prin efectele constatate în anumite condiţii experimentale.

În cazul experimentării uleiurilor pe motoare în exploatare, interpretarea rezultatelor pentru stabilirea acţiunii individuale a aditivilor constituenţi prezintă dificultăţi, datorită interferenţei efectelor produse de aditivi cu specific diferit, precum şi coincidenţei unelor efecte luate drept criterii de evaluare a diferitelor proprietăţi ale uleiului. Astfel, de exemplu, depunerile de lac pe pistonul motorului pot fi atribuite, în acelaşi timp, aditivării antioxidante insuficiente sau/şi lipsei unor calităţi detergente satisfăcătoare ale uleiului la temperaturi ridicate, deoarece atît antioxidantul, cît şi detergentul contribuie la evitarea depunerilor de lac. De asemenea, depunerile moi pot proveni nu numai dintr-o aditivare dispersantă nesatisfăcătoare, ci şi ca urmare a unei impurificări accidentale excesive cu produşi de combustie şi/sau cu combustibil sau datorită epuizării timpurii a antioxidantului, avînd drept consecinţă suprasolicitarea dispersantului pentru menţinerea în suspensie a produşilor de oxidare, responsabili de formarea depunerilor.

Metodele de încercare a uleiurilor pe standuri permit, într-o oarecare măsură, interpretări diferenţiate ale efectelor realizate prin aditivare, datorită unor condiţii experimentale bine stabilite, ce determină un anumit mod de degradare a uleiului: prin oxidare sau prin contaminare cu produşi de ardere incompletă a combustibilului.

Astfel, de exemplu, motoarele Petter W 1 (36 ore) şi Petter AV 1 (120 ore) realizează condiţii specifice de degradare prin oxidare a uleiului, primul verificînd rezistenţa acestuia la oxidare şi la coroziune, iar cel de-al doilea detergenţa la temperatură ridicată. Ambele motoare au regimuri constante de funcţionare în timpul încercării, fără variaţii de sarcină termică şi mecanică. În cazul standului Petter W 1, temperatura uleiului în carter este de 137°C, iar la nivelul primului segment de ungere este de 215—225°C. Temperatura uleiului în carterul motorului Petter AV 1 este de numai 55°C, în schimb la nivelul primului segment de ungere se ridică la 232—245°C. Ambele motoare se caracterizează printr-o foarte bună etanşeitate a camerei de combustie, care reduce esenţial contaminarea uleiului cu produşi de ardere a combustibilului. În această privinţă există determinări făcute prin metode cu izotopi radioactivi, care au dus la concluzia că 90% din depunerile pe pistonul motorului Petter AV 1 provin din ulei şi numai 10% din combustibil [1].

Se poate considera că, în condiţiile încercării pe motorul Petter W 1, uleiul suferă o degradare tipic termooxidantă, atît în zona segmenţilor, cît şi în carter, datorită temperaturilor ridicate şi efectului catalitic al aliajului de cupru-plumb din care sînt confecţionaţi cuzineţii de bielă. Rezultatele obţinute exprimă rezistenţa uleiului la oxidare şi la coroziune, apreciată prin creşterea viscozităţii uleiului şi prin pierderea în greutate a cuzineţilor de cupru-plumb.

În cazul motorului Petter AV 1, se poate aprecia că degradarea termooxidantă a uleiului este localizată în special pe suprafaţa fierbinte a pistonului, efectele manifestîndu-se prin formarea de lacuri în zona segmenţilor şi pe fusta pistonului şi prin impurificarea uleiului cu produşi de oxidare solubili şi insolubili, proveniţi în cea mai mare parte din ulei. Astfel, acest motor pune în evidenţă caracteristicile detergente ale uleiului, adică de rezistenţă la formarea lacurilor, evaluate prin depunerile pe piston.

Motorul de laborator FIAT-600 D este utilizat pentru evaluarea caracteristicilor dispersante ale uleiurilor de motoare. Regimul lui funcţional este constituit din repetarea unor cicluri de cîte 6 ore, intercalate cu pauze, în care temperatura uleiului în carter variază, în intervale determinate de timp, între 25 şi 85°C, paralel cu modificările corespunzătoare ale turaţiei şi sarcinii motorului. Prin practicarea unei anumite fante de deschidere a segmenţilor, se realizează o pătrundere controlată a gazelor de combustie în carter de 25—30 l/min. În felul acesta, se obţine o degradare specifică a uleiului prin contaminare cu produşi de ardere incompletă a combustibilului. Impurificarea masivă a uleiului şi prezenţa apei condensate din gazele de combustie creează condiţiile formării şi precipitării depunerilor moi, uleiul fiind solicitat în special din punctul de vedere al proprietăţilor dispersante, apreciate prin grosimea depunerilor în filtrul centrifugal.

Metodele de laborator nu pot reproduce în mod fidel degradarea suferită de ulei în condiţii de motor, de aceea ele sînt folosite, de cele mai multe ori, în paralel cu încercări tipice pe motoare, pentru aprecieri orientative în ceea ce priveşte formularea uleiurilor. În general, ele se bazează pe degradarea termooxidantă a uleiurilor la o temperatură astfel aleasă, încît vitezele de reacţie să determine consumarea fenomenelor urmărite într-un timp convenabil.

Condiţiile oxidării în laborator după metoda standardizată IP 48, la temperatura de 200°C şi într-o singură etapă de 12 ore, s-au dovedit potrivite, pentru ca uleiurile inhibate antioxidant cu alchilditiofosfat de zinc, în concentraţia folosită în mod obişnuit în uleiurile din exploatare, să-şi epuizeze capacitatea de rezistenţă la oxidare într-un timp relativ scurt.

Este greu de urmărit ce se petrece cu aditivii detergenţi şi dispersanţi în timpul în care perioada de inducţie a uleiului nu este încă epuizată, aceasta fiind în funcţie — în primul rînd — de stabilitatea lor chimică. În lipsa contaminării din exterior, este normal ca aceşti aditivi să fie slab solicitaţi funcţional, atîta timp cît reacţiile de oxidare a uleiului n-au luat încă amploare. Momentul epuizării acţiunii inhibitoare a antioxidantului trebuie

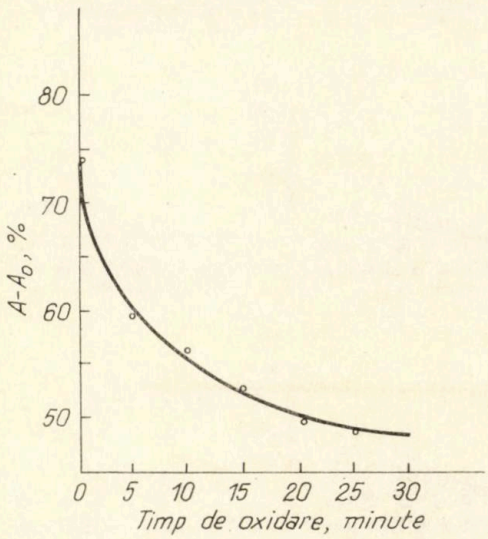
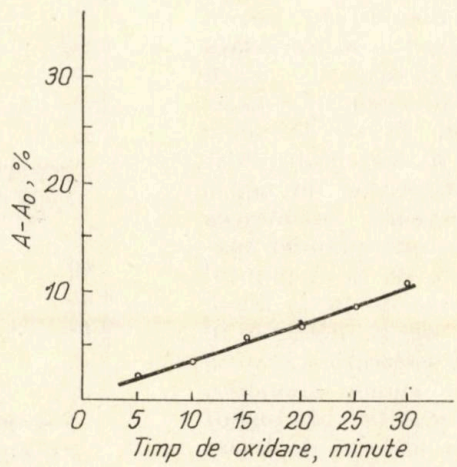



Fig. 1. Analiza spectrală în i.r. în banda de absorbţie de 1010 $cm^{-1}$. Variaţia concentraţiei grupei P—O—C într-un ulei aditivat cu 1% DTFZ, supus oxidării prin metoda IP 48.



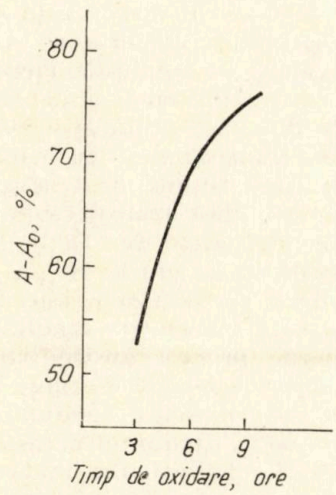




Fig. 2, 3. Analize spectrale în i.r. în banda de absorbţie de 1710 $cm^{-1}$: Variaţia concentraţiei grupei carbonil într-un ulei aditivat cu 1% DTFZ, supus oxidării prin metoda IP 48.

să constituie — în condiţiile degradării uleiului numai prin oxidare — începutul unui consum progresiv mai mare de detergent şi de dispersant.

Această ordine a fenomenelor poate fi pusă în evidenţă în special prin încercări de laborator, deoarece în motor uleiul suferă degradare chiar şi în perioada în care încă posedă proprietăţi antioxidante, datorită contaminării cu produşi de combustie. Cu toate acestea, este evident că, şi în condiţiile de exploatare în motoare, capacitatea de rezistenţă la oxidare a uleiului în funcţie de gradul de aditivare joacă un rol important în menţinerea îndelungată a capacităţii dispersante a uleiului şi, deci, a vieţii lui de utilizare.

În ideea folosirii metodei standardizate IP 48 ca procedeu de degradare prin oxidare a uleiurilor aditivate pentru aprecierea proprietăţilor lor de performanţă, s-a încercat să se urmărească, prin analiză spectrală în i.r., consumul de ditiofosfat de zinc, în funcţie de timpul de oxidare, într-un ulei conţinînd 1% aditiv de acest tip. Determinînd absorbţia datorată grupei P-O-C în banda de 1 010 $cm^{-1}$, s-a constatat că ea porneşte de la 75% la uleiul proaspăt şi scade treptat pînă la aproximativ 50% în timp de 30 min, intrînd apoi în fondul de absorbţie al uleiului oxidat şi, deci, nepermiţînd urmărirea în continuare a consumului de ditiofosfat de zinc (fig. 1). În aceeaşi perioadă de timp, produşii de oxidare de tip carbonilic acumulaţi în ulei au determinat o absorbţie de circa 10% în banda de 1 710 $cm^{-1}$ (fig. 2), indicînd că perioada de inducţie a uleiului nu este încă depăşită. Numai după 6—9 ore de oxidare, absorbţia datorată produşilor carbonilici a ajuns la 70—80% (fig. 3), atingînd în mod sigur, la acest nivel, finalul perioadei de inducţie a uleiului. Admiţînd, pe bază experimentală, că absorbţia de 75% în banda carbonilului (1 710 $cm^{-1}$) ar corespunde practic finalului perioadei de inducţie, această metodă poate constitui o cale simplă şi rapidă de laborator pentru evaluarea rezistenţei la oxidare a uleiurilor aditivate de motoare.

Într-o altă serie de încercări, s-a găsit totuşi posibilitatea folosirii şi pe altă cale a metodei de oxidare IP 48 pentru aprecierea calităţilor antioxidante de performanţă ale uleiurilor aditivate de motoare. Iniţial, aceste încercări au fost efectuate în intenţia caracterizării acestor uleiuri din punctul de vedere al dispersanţei.

Metoda folosită a fost descrisă într-o comunicare făcută la al VII-lea Congres Mondial al Petrolului şi a fost dezvoltată în continuare de autorii ei în scopul evaluării proprietăţilor detergente-dispersante potenţiale ale uleiurilor diesel de locomotive, pentru stabilirea unor criterii de apreciere a perioadei lor de schimb în exploatare [2, 3]. Aceste criterii sînt aşa-numitul „indice de dispersanţă" (determinat în laborator) şi valoarea insolubilelor coagulate (determinate în uleiul uzat în motor), corelate cu efectul de detergenţă exprimat prin starea de curăţenie a pistonului.

Este semnificativ faptul că studiile prealabile care au dus la stabilirea metodei menţionate au corelat efectul de degradare a uleiurilor prin oxidare după metoda IP 48 cu valoarea medie a insolubilelor coagulate şi cu starea de detergenţă a pistonului, urmărite în încercări prelungite pînă la 192 de ore pe motoare de laborator Petter AV 1. După cum s-a mai arătat, degradarea suferită de ulei în asemenea motoare, este de tip oxidant, impurificarea uleiului cu produşi din camera de combustie fiind foarte redusă.

Indicele de dispersanţă se deduce din variaţia capacităţii dispersante a uleiului, în cursul oxidării în condiţiile metodei IP-48, apreciată prin puterea lui de a menţine în suspensie negru de fum, măsurată spectrofotometric în funcţie de transparenţa suspensiei. El se defineşte ca fiind timpul de oxidare în ore, multiplicat cu 10, cînd transparenţa suspensiei de negru de fum este de 10% (respectiv opacitatea scade de la 100 la 90%). Autorii metodei consideră, pe bază experimentală, că în momentul în care transmisia luminii este de 10%, uleiul pierde practic aptitudinea de a menţine în suspensie negrul de fum. Ei sesizează totodată că transparenţa uleiului nu ajunge niciodată la 100%, atribuind aceasta apariţiei produşilor polari rezultaţi din oxidarea uleiului de bază, care ar avea proprietăţi dispersante.

Ţinînd seama de considerentele teoretice anterioare privitoare la legătura ce trebuie făcută între rezistenţa la oxidare şi consumul potenţialului dispersant al uleiurilor de motoare, a apărut interesant să se facă un examen comparativ al variaţiei capacităţii dispersante a uleiurilor de motoare, în condiţiile unor degradări prin oxidare după metoda IP 48 şi pe motorul Petter W 1 în încercări prelungite pînă la patru cicluri a 36 de ore.

Metoda pe motorul Petter W 1 este cunoscută pentru severitatea ei. Prelungirea timpului de încercare la patru cicluri [4] sporeşte şi mai mult gradul de severitate al acestei probe, oferind posibilitatea unor diferenţieri calitative între uleiuri care se încadrează practic în aceeaşi categorie de performanţe la sfîrşitul unui ciclu de 36 de ore.

Drept urmare au fost alese şase uleiuri SAE 30, experimentale, foarte variate ca aditivare antioxidantă, detergentă şi dispersantă (tabela 1), care au fost supuse degradării prin oxidare după cele două metode menţionate. Probe de uleiuri oxidate, prelevate la anumite intervale de timp, au fost examinate în ceea ce priveşte potenţialul dispersant prin metoda cu negru de fum, rezultatele fiind reprezentate în figura 4.

Ceea ce iese în evidenţă din examinarea rezultatelor obţinute este în primul rînd paralelismul degradării suferite de ulei prin metoda IP-48 (după 12 ore) şi prin încercarea Petter W 1 (4 × 36 ore).

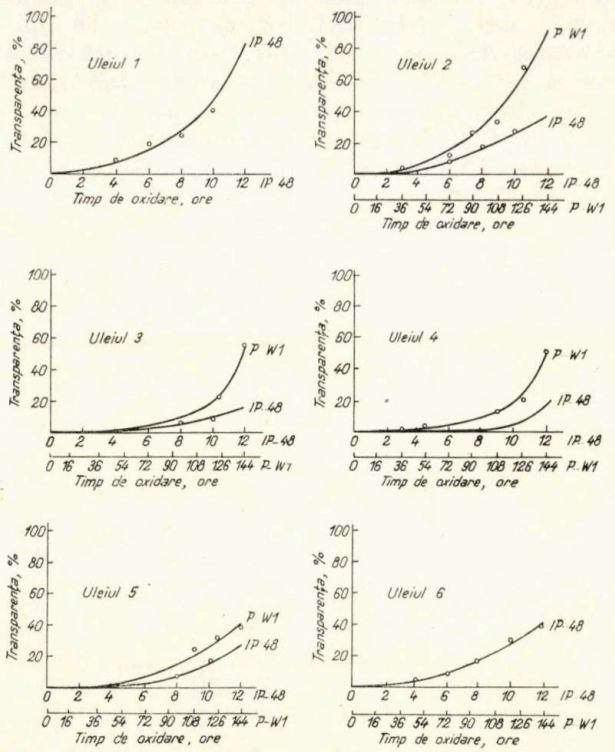



Fig. 4. Variaţia dispersanţei uleiurilor 1—6 în cursul oxidării prin metodele IP 48 şi Petter W 1 (144 de ore).

Din variaţia dispersanţei uleiului, pe parcursul degradării prin cele două metode folosite, s-au dedus indicii corespunzători de dispersanţă. Se poate vedea din tabela 2 că valoarea raportului dintre indicele de dispersanţă determinat pe aparatura de laborator şi cel determinat pe motoare de laborator este de aproximativ 1,3, valoare care poate fi folosită ca factor de corelaţie al celor două metode de încercare şi de apreciere a calităţii uleiurilor de motoare.

O altă constatare este aceea că indicele de dispersanţă pare să aibă altă semnificaţie decît cea care se atribuie prin definiţie. Această constatare, bazată pe observaţii experimentale, aduce argumente în favoarea consideraţiilor făcute anterior cu privire la slaba solicitare a dispersantului în perioada de inducţie a uleiului, în absenţa contaminărilor din exterior.

Astfel, uleiurile 3 şi 5 sînt esenţial diferenţiate ca dispersanţă, prin formulare — primul fiind lipsit de dispersant, iar al doilea avînd un conţinut important de dispersant de tip succinimidic. Cele două uleiuri au fost aditivate similar antioxidant şi detergent la temperatură ridicată, ele fiind deci diferite numai prin conţinutul de dispersant. Caracteristicile lor dispersante au fost verificate pe motorul de

TABELA 1

**Caracterizarea uleiurilor SAE 30 experimentate**

| Uleiul nr. | Aprecieri asupra caracteristicilor de performanţă ale uleiurilor |
|---|---|
| 1 | Ulei de bază de tip parafinos (IV 90) |
| 2 | Ulei cu caracteristici slabe de detergenţă şi de dispersanţă (grosimea medie a depunerilor în filtrul centrifugal FIAT 600 D — stop and go — au fost de 3—4 mm la 24 de cicluri) |
| 3 | Ulei aditivat puternic detergent dar cu dispersanţă redusă (grosimea medie a depunerilor în filtrul centrifugal FIAT 600 D — stop and go — au fost de 3 mm la 24 de cicluri) |
| 4 | Ulei aditivat la un nivel superior de detergenţă şi de dispersanţă, indicat pentru motoarele diesel supraalimentate de locomotive |
| 5 | Ulei cu detergenţă mai pronunţată decît uleiul 4 şi cu caracteristici dispersante deosebite (grosimea medie a depunerilor în filtrul centrifugal FIAT 600 D — stop and go — a fost de 0,9 mm la 63 cicluri). Ulei verificat şi în exploatare, cu rezultate foarte bune, în condiţii de serviciu DM şi DS |
| 6 | Ulei formulat identic cu uleiul 5, dar cu un conţinut de antioxidant (ditiofosfat de zinc) redus de la 0,12% la 0,4% zinc. |

*Nota.* Cu excepţia uleiului 6, toate celelalte uleiuri aditivate au avut un conţinut de 0,1—0 12 % zinc, avînd aceeaşi formulare antioxidantă cu DTFZ.

TABELA 2

**Evaluarea indicilor de dispersanţă ($I_d$) prin metodele IP-48 (12 ore) şi Petter W 1 (4×36 ore)**

| Uleiul nr. | Indici de dispersanţă ($I_d$) | | $I_{da}/I_{dm}$ |
|---|---|---|---|
| | Metoda IP—48 $I_{da}$ | Metoda Petter W 1 $I_{dm}$ | |
| 1 | 44 | — | — |
| 2 | 65 | 52 | 1,25 |
| 3 | 102 | 78 | 1,30 |
| 4 | 110 | 84 | 1,31 |
| 5 | 90 | 70 | 1,28 |
| 6 | 63 | — | — |

laborator FIAT-600 D. Aceste verificări au arătat, ceea ce se poate deduce şi din datele tabelei 1, că uleiul 3 nu a îndeplinit specificaţiile de dispersanţă impuse prin metodologia FIAT la nivelul Supplement 1 (Super 1), în timp ce uleiul 5 le-a îndeplinit cu prisosinţă pe cele ale nivelului MIL-L-2104 B (Super 2).

Cu toate acestea, indicii de dispersanţă ai celor două uleiuri sînt foarte apropiaţi, cel al uleiului 3 fiind chiar, în mod paradoxal, mai mare decît cel al uleiului 5.

Compararea indicilor de dispersanţă ai uleiurilor 5 şi 6 permite să se dea o altă interpretare acestor fenomene. După cum se vede din tabela 1, cele două uleiuri sînt identice ca aditivare detergentă şi dispersantă, la un înalt nivel de performanţă, diferind însă esenţial prin conţinutul de ditiofosfat de zinc (0,12% zinc în uleiul 5 şi 0,04% zinc în uleiul 6). Determinările făcute au arătat, în acest caz, o diferenţă de 27 de unităţi între indicii de dispersanţă în defavoarea uleiului 6.

O situaţie similară poate fi observată între uleiul 6, definit mai sus, şi uleiul 1 — neaditivat — între care s-a determinat o diferenţă de 19 unităţi a indicilor de dispersanţă în defavoarea uleiului 1.

Nu trebuie uitat că uleiurile folosite în aceste experimentări, cu excepţia uleiului 6 şi a uleiului 1 (neaditivat), au avut un conţinut similar de ditiofosfat de zinc. Rezultatele obţinute par să fie deci legate de aditivarea antioxidantă şi nu de cea dispersantă, iar împrăştierea lor, între limite relativ apropiate, s-ar putea datora influenţelor sinergetice ale celorlalţi aditivi prezenţi, precum şi preciziei reduse a metodei folosite (apreciată de autorii ei la 20%).

Din toate aceste rezultate, pare justificat să se tragă concluzia că indicele de dispersanţă, determinat în condiţiile care-l definesc, prin degradare oxidantă după metoda de laborator IP-48, ca şi prin metoda pe motorul Petter W 1 (4 × 36 ore), reprezintă, de fapt, un indice de rezistenţă la oxidare. Această constatare permite să se aprecieze că timpul de oxidare luat ca element de calcul al indicelui de dispersanţă ar reprezenta în realitate momentul critic al epuizării capacităţii de rezistenţă la oxidare a uleiului. Începînd din acest moment, viteza sporită de formare a produşilor de oxidare a uleiului ar trebui să solicite din ce în ce mai mult dispersantul, al cărui consum se pare că nu poate fi urmărit pe această cale.

O altă concluzie este că metodele de degradare a uleiurilor aditivate de motoare în condiţiile metodei de laborator IP-48 şi metodei pe motorul Petter W 1 (4 × 36 ore) sînt comparabile, efectele realizate şi evaluate prin intermediul indicelui de dispersanţă găsindu-se într-un raport aproximativ de 1,3. Această constatare justifică folosirea metodei de laborator IP-48 în mod corespunzător pentru evaluarea rezistenţei la oxidare a uleiurilor aditivate de motoare.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Wood, G. P. How crankcase oil additives function J. Inst. Petroleum **55**, nr. 544, iul. 1969, p. 194—204.
2. Constantinides, G. şi Rotteri, S., Huiles détéregentes pour moteurs à combustion interne. Critères pour en evaluer la durée utile en service — Seventh World Petroleum Congress — Proceedings, **4**, 303—313, Elsevier Publishing Co LTD, 1967.
3. Rotteri, S. şi Constantinides, G. Correlazioni tra ocondizioni di esercizio e manutenzione dei motori Diesel ferroviari ed evoluzione di alcune caratteristiche degl i oli nell'uso La Termotenica, XXV, nr. 1, 1971, p. 2—13.
4. Parsons, G. J. Dispersancy in Diesel lubricants. A study with particular reference to oil thickening due to insolubles accumulation — J. Inst. Petroleum, **55**, nr. 544, iul. 1969, p. 256—272.

# Producția și exportul de utilaj petrolier din R.S. România

## Cooperarea cu străinătatea

Pentru satisfacerea nevoilor proprii ale industriei de petrol și gaze în R.S. România s-a dezvoltat în paralel și o industrie puternică de utilaj petrolier. În prezent această industrie este concentrată într-o centrală de utilaj petrolier care dispune de uzine ce produc echipamente pentru a satisface aproape integral necesitățile industriei de petrol din țară, avînd capacitate suficientă care să asigure și exportul unor mari cantități de utilaj petrolier.

Țara noastră se situează pe locul trei în lume prin producția sa de utilaj petrolier, fiind totodată a doua țară, după S.U.A. în ce privește volumul de export. Din totalul exportat în ultimii zece ani, o bună parte a fost reprezentată de cele peste 1000 instalații de foraj, ceea ce constituie un record în exportul unor astfel de echipamente.

Pentru promovarea și dezvoltarea fabricației de utilaj modern și competitiv, Centrala industrială de utilaj tehnologic, chimic petrolier și minier dispune de un institut de cercetări și proiectări pentru astfel de utilaje, încadrat cu specialiști de înaltă calificare și experiență în construcția de echipamente destinate forajului și exploatării sondelor de petrol și gaze. Calitățile echipamentelor petroliere românești s-au confirmat atît prin comportarea acestora în șantierele din țară și străinătate, cît și prin distincțiile importante obținute și aprecierile elogioase de care s-au bucurat la numeroasele tîrguri și expoziții internaționale unde au fost prezentate.

Astfel la Tîrgul Internațional de la Leipzig, în anul 1969, instalația de foraj de mare adîncime 3 DH-300 a obținut medalia de aur, iar instalația de foraj F-200 a primit medalia de aur la tîrgul de la Brno în anul 1968. De asemenea, la tîrgurile internaționale de la Milano, în anul 1966, instalațiile de foraj românești au fost apreciate atît pentru construcție, cît și pentru parametrii lor. Tot medalia de aur a obținut și instalația de prevenire a erupțiilor de 350 atm la Tîrgul Internațional de la Leipzig în anul 1970.

Situarea pe o astfel de poziție a fost posibilă datorită unei fructuoase colaborări, care există între specialiștii din sectorul de concepție, inginerii și tehnicienii din uzinele constructoare și cadrele tehnice din șantierele de foraj și extracție.

Utilajul petrolier este exportat în prezent în peste 25 de țări, din care putem menționa, U.R.S.S., Republica Populară Chineză, Algeria, Brazilia, Argentina, Venezuela, Cuba, India, Pakistan, R.D. Germană, R.P. Ungară, R.S. Cehoslovacă, R. P. Bulgaria, Albania și altele. Trebuie menționat că recordul european de foraj, la o adîncime de 7 100 m, a fost realizat în R.D. Germană cu o instalație produsă în România. De asemenea, tot cu o instalație românească s-a forat în Argentina, cu peste cinci ani în urmă, cea mai adîncă sondă din America de Sud (5 100 m). Instalațiile românești sapă sonde în Algeria, alături de instalații de foraj produse în S.U.A.

Pentru exportul echipamentelor Centrala industrială de utilaj tehnologic, chimic, petrolier și minier dispune de o întreprindere de comerț exterior specializată „INDUSTRIALEXPORT" care prezintă produsele sale în „Composite Catalog of oil field equipment and service".

Deoarece o prezentare mai amplă a echipamentului petrolier românesc nu este posibilă, sortimentul fiind foarte larg și variat, se vor înfățișa aici numai cîteva din construcțiile mai principale ale celor două sectoare majore privind utilajul de foraj și extracție. Printre preocupările și realizările în domeniul utilajului de foraj se remarcă atît instalații complexe, cît și echipamente, utilaje și scule separate. Dintre aceste utilaje instalațiile de foraj reprezintă un capitol important, experiența în proiectarea și fabricarea lor fiind bazată pe rezultatele unui program amplu de cercetări întreprinse în acest domeniu. Gama largă a instalațiilor fabricate în uzine acoperă practic toate adîncimile de foraj pînă la 10 000 m. Se produc instalații în variate tipuri constructive, la nivelul cerințelor tehnicii actuale, capabile să satisfacă, prin caracteristicile de care dispun, cerințele celor mai recente și complicate tehnologii de foraj. La aceste instalații s-au promovat principii care să conducă la :

— reducerea numărului de colete transportabile, în vederea simplificării montajului și transportului ;

— montarea pe agregate a tuturor instalațiilor anexe, pentru reducerea timpului de montaj în șantier ;

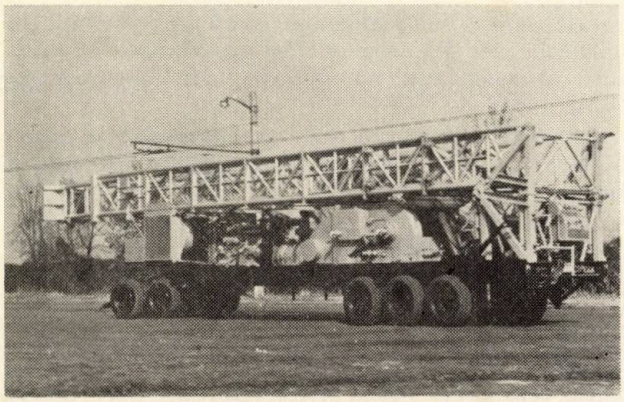


Fig. 1. Instalaţia de foraj transportabilă F — 100 pentru adîncimi de foraj de 2000 m.

— eliminarea lanţurilor dintre agregate, legăturile dintre ele făcute la montaj fiind prin arbori cardanici;

— înălţarea podului sondei astfel ca să permită montajul celor mai complicate construcţii de prevenitoare de erupţie;

— modernizarea şi completarea instalaţiilor de preparare, depozitare, circulaţie şi curăţire a noroiului, asigurîndu-se fluidului de foraj calităţi care să satisfacă celor mai dificile tehnologii de foraj.

Dintre instalaţiile de foraj fabricate, cea mai uşoară este tipul T-50, transportabilă pe roţi, care asigură forajul pînă la adîncimi de 1200 m. Datorită calităţilor sale instalaţia asigură montajul şi forajul într-un timp scurt. O altă instalaţie transportabilă este tipul F-100, destinată pînă la adîncimea de 2000 m. Montată pe o semiremorcă cu trei axe, instalaţia poate fi tractată de un autoremorcher special. Aceste instalaţii pot fi utilizate şi la lucrări de intervenţie, reparaţii şi punere în producţie a sondelor de petrol, la adîncimi pînă la 4 500 m şi respectiv 6 300 m.

Instalaţia pentru forajul sondelor pînă la adîncimi de 2 800 m este tipul F 125—2 DH, acţionată cu 2 motoare diesel de 890 CP.

Tipul F-200—2 DH, 3 este instalaţia care poate executa foraje pînă la adîncimi de 4 000 m. Ca şi la celelalte instalaţii de foraj cu acţionare diesel-hidraulică, motoarele transmit puterea prin convertizoare hidraulice de cuplu.

Instalaţia aceasta se construieşte şi într-o variantă electrică (F-200—2 EHC), fiind destinată pentru regiuni care dispun de reţea electrică corespunzătoare. Gradul de unificare a acestor două instalaţii este foarte mare, transformarea din una în alta necesitînd numai înlocuirea motoarelor şi convertizoarelor hidraulice.

Instalaţia tip F 200—2 EHC este acţionată de două motoare electrice asincrone cuplate cu convertizoare hidraulice cu palete reglabile, prin care se asigură schimbarea vitezelor, motoarele funcţionînd permanent la turaţie constantă.

Instalaţiile menţionate pot fi echipate cu pompe de noroi de 630 sau 800 CP.

O instalaţie mai grea este tipul 3 DH-250, destinată forajului pînă la adăncimi de 5 000 m, care dispune de o putere instalată de circa 2 700 CP, dată de cele trei motoare diesel ale sale; două pompe de noroi de 1 250 CP intră în componenţa instalaţiei.

Tipul următor F 320—3 DH poate fora sonde adînci de 6 000 m. Este cu o transmisie diesel-hidraulică, formată din elemente tipizate, comune la mai multe mărimi de instalaţii, puterea fiind furnizată de cele trei motoare diesel de 890 CP cu care este echipată. Mastul care intră în componenţa instalaţiei este rabatabil şi înalt de 43,5 m.

Puterea hidraulică de circa 2 000 CP precum şi presiunile ridicate pe care le realizează cele două pompe de noroi de 1 250 CP, asigură cele mai bune condiţii pentru aplicarea unor foraje moderne. Instalaţia menţionată se construieşte şi într-o variantă diesel electrică, tipul F 320-DH, cu transmisie în curent alternativ — continuu şi reglaj de putere şi turaţie prin tiristoare. Datorită acestui sistem modern de reglare instalaţia poate fi alimentată şi direct de la reţea, în care caz grupurile electrogene se înlocuiesc prin transformatoare de curent.

Pentru foraj la adîncimi pînă la 7 000 m se fabrică tipurile 3 DH şi 4 DH-400, care sînt cu acţionare diesel-hidraulică.

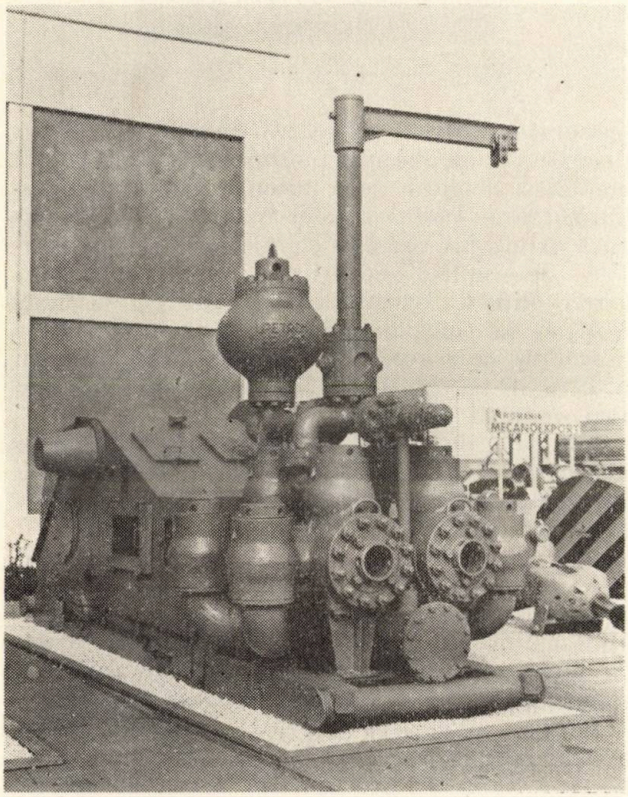


Fig. 2. Pompă de noroi duplex 2PN — 630.

Cea mai grea instalaţie este tipul F 500-DEWL, recomandată pentru forajul celor mai adînci sonde care pot atinge 10 000 m. Această instalaţie se construieşte numai cu transmisie diesel-electrică în sistem Ward-Leonard, energia eletrică fiind furnizată de trei grupuri diesel-

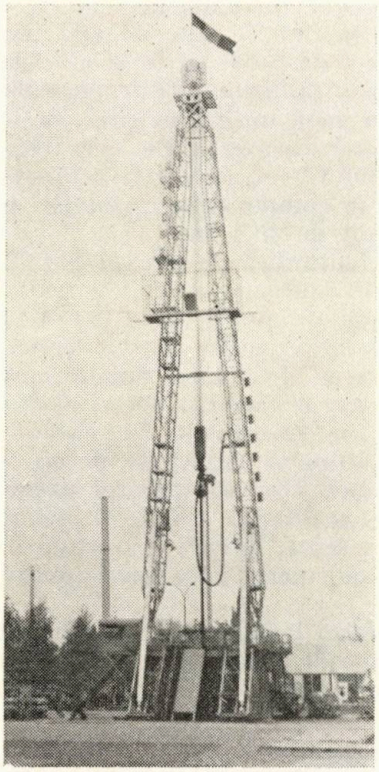


Fig. 3. Instalaţia de foraj 3DH—250.

-generatoare care totalizează o putere de 7 500 CP. Prin cele două grupuri motopompă de 1 600 CP instalaţia dispune de o putere hidraulică corespunzătoare. Podul sondei înalt de 7,5 m asigură montajul oricărei combinaţii de preventoare de erupţie, necesar unui program de foraj foarte dificil. Instalaţiile de foraj româneşti cuprind în completul lor toate echipamentele şi sculele necesare procesului de foraj, precum şi alte instalaţii anexe pentru cimentări sau alte operaţii speciale.

Pompele de noroi fiind printre agregatele esenţiale ale instalaţiilor de foraj, li se acordă atenţie deosebită. Fabricaţia pompelor cuprinde o gamă largă de tipodimensiuni, incluzînd atît pompe în construcţie duplex, cît şi pompe triplex cu simplu efect. Gama dispune de nouă tipodimensiuni de pompe duplex şi cinci tipodimensiuni de pompe triplex cu simplu efect, cu puteri de la 320 CP la 1 600 CP, care pot asigura presiuni de funcţionare pînă la 400 atm.

Pentru fabricaţia sapelor de foraj există o uzină specializată. Dat fiind importanţa acestor scule în procesul de foraj, se acordă o atenţie deosebită la producerea lor şi în special fabricaţiei de sape cu trei conuri. Sapele cu conuri care se realizează sînt în construcţie normală, cu jet, sau cu lagăre etanşe, cu dantură frezată sau cu ştifturi din carbură de Wolfram.

Creşterea continuă a performanţelor şi durabilităţii sapelor este o preocupare specială a Institutului de cercetări şi proiectări pentru utilaj petrolier, care execută permanent lucrări ample de cercetare teoretică şi experimentală. Rezultatele obţinute din cercetările făcute permit ca într-un viitor apropiat să fie puse în fabricaţie o serie de tipuri de sape, care prin calităţile şi caracteristicile lor să asigure în foraj realizarea unor performanţe superioare. Utilajele pentru etanşarea şi închiderea sondelor sînt şi ele de menţionat, dintre acestea instalaţiile pentru prevenirea erupţiilor, ale căror dimensiuni şi presiuni satisfac cele mai pretenţioase construcţii de sonde. Ele se realizează la un nivel tehnic ridicat, dimensiunile lor de legături fiind în concordanţă cu normele API. Prevenitoarele de erupţie se fabrică în două tipuri constructive orizontale cu bacuri tip sertar şi verticale cu bac circular. Prevenitoarele orizontale se realizează în blocuri cu unul, două sau trei etaje, avînd acţionare hidraulică şi mecanică, tipul cu trei etaje constituind un brevet românesc. Se realizează prevenitoare cu dimensiuni de trecere de la 6 pînă la 20 in şi presiuni de 140, 210, 350, 700 şi 1050 atm.

Utilaje de suprafaţă destinate pentru operaţiuni speciale, cum sînt agregatele de cimentare şi fisurare sînt şi ele produse de uzinele construc-

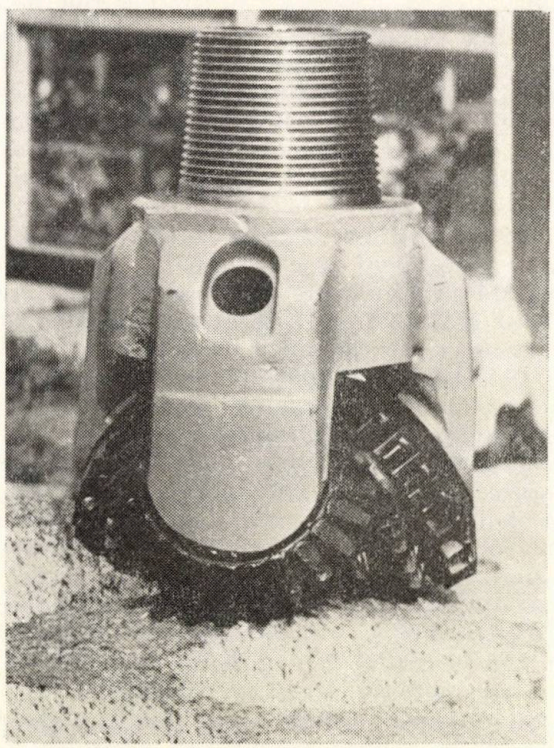


Fig.4. Sapă cu jet cu trei conuri, cu dinţi foezaţi pentru teren mediu şi mediu—tare abraziv.

toare de utilaj petrolier. Se fabrică agregate transportabile pe roţi sau pe sănii, care pot asigura funcţionarea la presiuni cuprinse între 350 şi 1 050 atm.

Pentru extracţia petrolului se construiesc instalaţii mobile de intervenţie şi reparaţii sonde care se execută într-o gamă largă cu care se asigură operaţiuni pînă la adîncimi de 6 000 m. Toate instalaţiile sînt prevăzute cu masturi telescopice şi rabatabile.

O altă categorie de utilaje o constituie capetele de erupţie, care se produc în diverse construcţii şi pentru presiuni pînă la 1 050 atm, armăturile fiind fabricate tot în uzinele Centralei industriale de utilaj petrolier.

Pentru sondele în exploatare se fabrică o gamă largă de unităţi de pompare, cu balansier, pentru sarcini la tija polizată cuprinse între 0,9 şi 19,3 t. Cu aceste unităţi se pot acoperi astfel toate adîncimile pînă la cele maxime, atinse de acest sistem de extracţie. În ce priveşte sculele de manevră şi de intervenţie se produc în toate tipurile şi dimensiunile convenţionale.

Ca echipamente de adîncimi se construiesc dispozitive speciale care intră în componenţa garniturii de ţevi de extracţie.

Sînt de menţionat tot felul de packere, echipamente pentru erupţie artificială (gas-lift), pompe de extracţie, scule de adîncime, dispozitive de cimentare etajată şi normală, agăţătoare de coloană etc. Se fabrică, de asemenea, utilaje şi instalaţii pentru colectarea, separarea şi transportul ţiţeiului şi a gazelor. Instalaţiile de degazolinare care se realizează fac obiectul unui patent românesc.

Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei prin Intreprinderea de comerţ exterior Impexmin exportă în diferite ţări cu industrie extractivă de petrol o serie de utilaje, scule şi aparate

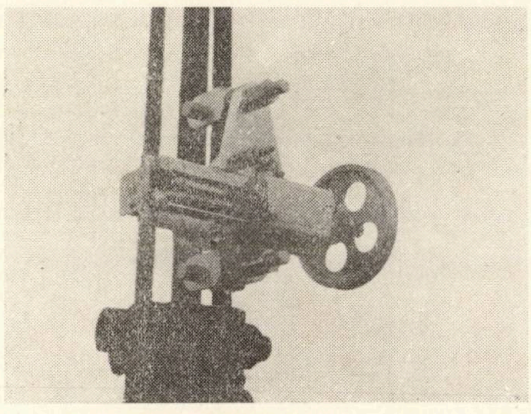


Fig. 5. Dinamograful „D.G.Moreni".

fabricate de uzinele mecanice ale acestui minister. Astfel, se exportă freze magnetice româneşti fabricate în diferite dimensiuni între 11/2 pînă la 14 inch Φ de Uzina de reparat utilaj petrolier Teleajen (Ploieşti); aparate de deviaţie şi de luarea probelor laterale din sonde netubate, aparate pentru determinarea înclinării şi orientării stratelor în sonde, perforatoare de diametre cuprinse între 45 şi 104 mm Φ fabricate de Intreprinderea de carotaj şi perforare Ploieşti.

De asemenea, Impexmin exportă dispozitive de luat probe de ţiţei în condiţii de zăcămînt, termometre înregistratoare de adîncime, dinamografe „D. G. Moreni" pentru dinamometrarea sondelor în pompaj; indicatoare de moment de torsiune în prăjini de foraj, cuplaje de adîncime pentru prăjini de pompare, „baionete Donţov", indicatoare de greutate (drillometre) de diferite tipuri şi altele.

Aceste aparate şi utilaje, în majoritatea lor, sînt creaţii ale tehnicii româneşti, ale inginerilor şi tehnicienilor români, constituind invenţii brevetate în ţară şi străinătate.

**Cooperarea cu alte ţări**

Competenţa cadrelor de petrolişti, precum şi calitatea echipamentului petrolier au făcut posibilă afirmarea prezenţei româneşti peste hotare, printr-o varietate de forme de cooperare, prestări de lucrări şi de servicii. Ca urmare a dezvoltării acestei activităţi a fost necesară crearea unei întreprinderi specializate în domeniul industriei extractive de petrol, care să satisfacă în mod operativ toate cererile externe.

În acest scop s-a înfiinţat întreprinderea de stat pentru comerţul exterior GEOMIN al cărui obiect de activitate îl constituie executarea de lucrări şi studii privind industria extractivă de petrol, precum şi proiectarea şi livrarea de instalaţii petroliere complete în străinătate. Pentru a ilustra în mod elocvent posibilităţile industriei extractive de petrol, menţionăm principalele lucrări pe care aceasta le poate executa în condiţii puse de comun acord cu partenerii externi:

— studii geologice preliminare, în vederea evaluării potenţialului general petrolier al unor bazine sedimentare sau a unor părţi a acestora;

— expertizarea perspectivelor de petrol ale unor suprafeţe de interes cu evaluarea rezervelor geologice şi recuperabile, precum şi elaborarea unui program de lucrări de prospecţiuni şi explorare în vederea verificării lor;

— executarea de prospecţiuni geologice prin cartări de suprafaţă şi săparea de sonde de mică adîncime;

— executarea de prospecţiuni gravimetrice, magnetometrice, electrometrice, seismice, cu echipe complete;

— săparea de sonde cu adîncimi pînă la 7 000 m, cu instalaţii moderne de fabricaţie românească şi personal de înaltă calificare;

— elaborarea de studii de fezabilitate şi proiecte privind construirea de conducte magis-

trale pentru transportul țițeiului, gazelor și a produselor petroliere;

— acordarea de asistență tehnică prin consilieri, experți și alți specialiști;

— executarea de analize geologice de orice natură, chimice și fizice ale carotelor și probelor de teren;

— executarea de studii și proiecte de exploatare;

— construirea de instalații din schele de extracție, cu toate facilitățile necesare;

— diverse acțiuni de cooperare pentru exploatarea și explorarea de zăcăminte petrolifere în alte țări.

În baza acțiunii de cooperare și a potențialului său tehnic, industria de petrol din România dispune, așa cum s-a arătat anterior, de mari posibilități de prestări de servicii în străinătate, instalațiile de foraj acoperă toate necesitățile, tipurile menționate fiind adecvate sondelor de diferite categorii și adîncimi.

Avînd în dotare asemenea instalații, precum și specialiști cu reputație mondială în domeniul industriei de petrol, solicitările externe au devenit din ce în ce mai numeroase.

La cererea unor parteneri externi (Birmania, Ghana, Egipt etc.) geologii români au efectuat studii și proiecte pentru cercetarea geologică pe o serie de perimetre cu perspective de hidrocarburi de pe teritoriile țărilor respective. Lucrări pentru expertizare ale perspectivelor petroliere ale unor bazine sedimentare au fost elaborate de specialiști români și pentru Grecia, R.P.D. Yemen, Zambia, Etiopia, R.P. Congo, Somalia și alte țări.

Pentru săparea sondelor cu instalațiile de foraj importate din România, s-a acordat asistență tehnică în India, Birmania, Ghana, Algeria și Turcia.

Studii și proiecte pentru creșterea productivității sondelor și pentru exploatarea unor zăcăminte cu menținerea presiunii prin injecție cu apă au fost executate pentru Birmania și Egipt.

Cu sprijinul specialiștilor români au fost descoperite zăcămintele de gaze din Nordul Afganistanului și s-au pus în evidență noi zăcăminte de țiței în Birmania. Tot specialiștii români au fost aceia care au săpat prima sondă de explorare în sectorul de stat din India.

Pentru instalațiile livrate, la cererea beneficiarilor, GEOMIN acordă asistență tehnică prin specialiști români de înaltă competență și calificare, la montajul și punerea în funcțiune a acestora. De asemenea, se poate asigura școlarizarea personalului beneficiarului, fie la instalații similare din România, fie pe șantier, astfel încît acesta să fie capabil să exploateze singur în bune condițiuni, instalațiile livrate.

Realizările obținute în exportul de instalații și servicii specifice industriei extractive de petrol și gaze au fost posibile datorită dezvoltării multilaterale a României, care intensifică relațiile comerciale și de colaborare tehnico-economică și științifică cu toate țările lumii, indiferent de sistemul lor social și economic, pe baza principiilor respectării suveranității și independenței naționale, a egalității în drepturi, neamestecului în treburile interne și a avantajului reciproc.

# REALIZĂRI DIN INDUSTRIE

**Cincinalul în mai puțin de 4 ani și jumătate**

Planul Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei pe anul 1973 a fost îmbunătățit, asigurîndu-se un spor al producției industriale globale de 77 milioane lei față de prevederile din cincinal.

Nominalizarea sortimentelor de produse a evidențiat posibilitatea realizării suplimentare a peste 100 000 t țiței.

Măsurile tehnico-oragnizatorice prevăzute asigură ca 93 % din sporul de producție să se realizeze pe seama creșterii productivității muncii.

Îmbunătățirea indicelui de utilizare a fondului de timp de la mașinile unelte va face posibil ca producția în industria petrolieră și minieră să crească în 1973 cu 16%, iar volumul acesteia prevăzut pentru întregul cincinal să se realizeze în mai puțin de 4 ani și jumătate.

**Sarcini sporite, eficiență economică ridicată**

Sarcinile sondorilor Întreprinderii de foraj-Rîmnicu Vîlcea sînt mai mari în acest an, nu numai sub aspectul metrilor forați, ci și al creșterii adîncimii medii de forare. De pildă, beneficiind de dotarea corespunzătoare în instalații complexe în lunile următoare vor fi puse în funcțiune noi sonde pentru adîncimi de 5 000 m.

S-a stabilit totodată ca, pentru realizarea vitezei de foraj, să se aplice la toate sondele forajul cu jet. De asemenea, s-au asigurat sape cu role pe tipodimensiuni corespunzătoare formațiunilor geologice traversate, precum și freze cu diamante pentru carotierele mecanice.

Prin aplicarea măsurilor preconizate, se creează posibilitatea creșterii puterii de foraj cu cel puțin 2 %, ceea ce ar însemna un spor de producție de 3 250 m forați.

La nivelul planului de producție pe anul 1973, în întreprindere există posibilitatea să se economisească 320 t de metal, 120 t ciment și 229 t motorină.

**Utilaje bazate pe concepții proprii**

Specialiștii Grupului industrial de foraj-extracție din Ploiești au realizat, după o concepție proprie, noi agregate și dispozitive. Printre acestea se numără și setul de instalații mobile pentru deparafinare utilizate în schelele de extracție, aparținînd grupului ploieștean cu randament de 4 ori mai mare decît cele utilizate pînă acum, și care prezintă o siguranță mult mai mare în exploatare. În același timp, în atelierele proprii au fost redimensionate și simplificate o serie de agregate în funcție de adîncimea sondelor, reducîndu-se aproape la jumătate consumul de metal pe agregat.

**Brigăzi complexe pentru transport, montat și demontat**

Urmărind creșterea productivității muncii și a vitezelor de foraj, petroliștii din mai multe schele aparținînd Grupului industrial foraj-extracție din Ploiești au început să lucreze în brigăzi complexe pentru transport — montat — demontat. Aplicarea acestei forme de organizare a muncii, a dus la obținerea unor economii importante mai ales la fondurile fixe. Sarcinile de plan au fost realizate formîndu-se cu instalații existente în dotare. Noile instalații pot fi astfel derulate spre alte sectoare sau spre export.

**La Moinești peste 450 fisurări hidraulice**

Specificul procesului de producție din cadrul Grupului industrial de foraj-extracție-Moinești, a impus măsuri tehnice și organizatorice în vederea creșterii afluxului de țiței la sondele active.

În acest sens, au fost stabilite procedeele și operațiile tehnologice care să impulsioneze debitul de țiței și gaze. În anul 1973 se vor efectua peste 450 de fisurări hidraulice, circa 2000 de tratamente cu solvenți și tensioactive și aproape 300 acidizări. Se vor extinde, în zonele și pe structurile favorabile, injecția de apă și injecția de gaze, metode care au dat rezultate bune pînă acum.

**F-329 — DE, o nouă instalație pentru forajul de mare adîncime**

O nouă instalație românească de foraj a fost pusă în exploatare în zona petrolieră a Olteniei. Este vorba despre instalația de foraj F—320 — DE concepută de către specialiștii Institutului de proiectări și cercetări utilaje petroliere —București și realizată de Uzinele „1 Mai" — Ploiești. Echipată cu motoare Diesel electrice, noua instalație are o putere dublă comparativ cu instalațiile de același tip acționate termic. Concluziile și controlul sînt parțial automatizate.

Veștile sosite de la Întreprinderea de foraj — Craiova arată că noua instalație destinată forajului de mare adîncime se comportă foarte bine. Realizată la un înalt nivel tehnic ea va permite obținerea unor viteze de lucru cu 40 %, superioare mediei atinse pînă în prezent.

**Un milion de sape de foraj**

Pînă la finele anului trecut, la Uzina „1 Mai" din Ploiești au fost fabricate peste un milion de sape de foraj. În colaborare cu Institutul de specialitate, uzina ploieșteană a asimilat și pus în producție pînă în prezent mai bine de 160 tipodimensiuni de sape cu role pentru foraj, corespunzătoare tuturor structurilor geologice, unele dintre ele capabile să foreze pînă la 8 000 m adîncime.

Anul acesta se prevede realizarea unor noi tipuri de sape cu role, unele dintre ele echipate cu lagăre etanșe și știfturi sinterizate, pentru forajul sondelor în terenuri dure și extrudere, competitive pe piața mondială.

**300 de ani de la descoperirea gazului metan în Transilvania**

Descoperirea gazului metan în Transilvania se datorește lui Valentin Frank de Frankenstein din Sibiu, care, în urmă cu 300 de ani a semnalat existența „fîntînilor arzătoare" de la Bazna, scriind că de fapt ceea ce arde este un gaz emanat din pămînt. Descrieri asemănătoare datează din anii 1727 și 1797. Studierea mai amplă a acestor ape arzătoare de la Bazna a făcut-o un farmacist sibian pe nume George Bette, iar un ziar din Sibiu a publicat în 1791 un articol despre „Baia de sulf de la Bazna" denumită astfel din cauza gazelor emanate din apa de la izvor.

După 300 de ani de la descoperirea „fîntînilor arzătoare" de la Bazna, gazul metan a devenit o mare forță industrială constituind una dintre materiile de bază ale petrochimiei. De aceea s-a trecut la exploatarea rațională a zăcămintelor de gaz metan, ale căror proporții au fost mereu amplificate și a căror utilizare a intrat în prevederile stabilite pe baze științifice ale planurilor noastre de perspectivă.

**Produse petroliere competitive pe piața externă**

Colectivele rafinăriilor din Ploiești și Cîmpina obțin rezultate remarcabile. În anul 1972, cu aceleași instalații și cheltuieli de producție, au realizat suplimentar mai mult de 150 000 t produse, aproape trei sferturi dintre ele fiind expediate în peste 30 de țări din lume.

În anul 1973 se pregătește tehnologia de fabricație a unor produse noi și anume uleiuri aditivate și motorine hidrofinate, cu caracteristici tehnico-funcționale ridicate, competitive pe piața externă. De altfel, mai bine de 60 % din producția de uleiuri și motorine a rafinăriilor ploieștene este solicitată la export.

**ACOR-21**

La Institutul de cercetări și proiectări pentru țiței și gaze a fost realizat un valoros produs cu performanțe deosebite în combarerea coroziunii metalelor. Este vorba despre A C O R — 21, un nou tip de inhibitor de coroziune cu aplicații în industria extractivă de țiței, care anulează agresivitatea apelor sărate din zăcăminte.

După cum au arătat experimentările făcute la Grupul industrial de foraj-extracție—Pitești, noul produs românesc

depăşeşte performanţele unor inhibitori de coroziune din import.

Specialiştii au calculat că prin utilizarea inhibitorului românesc ACOR — 21, la numai 10 sonde se obţine anual o economie de 1 milion lei.

**Şi-au depăşit angajamentele**

Petroliştii Schelei Moreni s-au angajat să obţină în acest an 3 t ţiţei zilnic peste plan. Angajamentul luat a fost nu numai îndeplinit ci şi depăşit, obţinîndu-se zilnic cîte 4 t de ţiţei peste plan şi o cantitate însemnată de gazolină.

Cele mai bune rezultate au fost obţinute de colectivul Secţiei a III-a Pîscov, condusă de Stelian Pascu şi colectivul secţiei I, condusă de inginerul Mihai Bondoc.

La baza succeselor stă aplicarea în procesul de extracţie a unor metode avansate cum sînt: injecţia ciclică de abur în strat, combustia subterană etc.

**Dezvoltarea rafinăriei Ploieşti**

În actualul cincinal Rafinăria Ploieşti parcurge etapa unei apreciabile dezvoltări şi modernizări. Investiţiile alocate aici au drept scop mărirea capacităţii unor instalaţii de fabricaţie a uleiurilor, diversificarea şi îmbunătăţirea calităţii produselor, valorificarea superioară a tonei de ţiţei prelucrat.

În anul 1972 au fost puse în funcţiune 14 obiective şi a început construirea altor două şi anume a instalaţiei de cocsare şi a staţiei de epurare a apelor reziduale, unde s-au executat lucrări în avans faţă de graficele de eşalonare.

În vederea realizării lucrărilor de investiţii, în acest an s-au asigurat: contractări de utilaje şi materiale, defalcarea planului proporţional pe trimestre, impulsionarea muncii pe toate fracturile de lucru.

**La Rafinăria Borzeşti — produse în premieră**

La Rafinăria Borzeşti, o deosebită atenţie se acordă pregătirii şi livrării corespunzătoare a produselor realizate în instalaţii. La benzină, de pildă, datorită preocupărilor pentru a realiza un produs cu cifră octanică ridicată s-a realizat o valorificare mai bună, concretizată în cei peste 500 000 lei obţinuţi în plus faţă de plan. La fel stau lucrurile şi la motorină, produs la care s-au obţinut în plus, aproape 3 milioane lei, prin realizarea de motorină cu indici de congelare de —15, —25 şi —35°C. De menţionat că benzina cu cifră octanică ridicată şi motorina cu indici de congelare de —25 şi —35°C s-au obţinut pentru prima oară în rafinărie.

**La Moineşti — peste 450 de fisurări hidraulice**

Specificul procesului de producţie din cadrul Grupului industrial de foraj — extracţie Moineşti, a impus măsuri tehnice şi organizatorice în vederea creşterii afluxului de ţiţei la sondele active. În acest sens au fost stabilite procedeele şi operaţiile tehnologice care să impulsioneze debitul de ţiţei şi gaze. În anul 1973 se vor efectua peste 450 de fisurări hidraulice, circa 2 000 de tratamente cu solvenţi şi tensioactive şi aproape 300 de acidizări. Se vor extinde în zonele şi pe structurile favorabile, injecţia de apă şi injecţia de gaze, metode care au dat rezultate bune pînă acum.

# DOCUMENTARE

L e v o c i k i n, I u. A. **Cercetarea experimentală a parametrilor dinamici ai sistemului de manevră în procesul de foraj.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 12, dec. 1972, p. 26—29.

În scopul determinării sarcinilor dinamice ce acţionează asupra sistemului de manevră a instalaţiei de foraj, a studierii fenomenelor de trepidaţie şi stabilirii cauzelor degradării cablului de manevră în zona rolei nemişcate a geamblacului s-au organizat lucrări experimentale. Drept obiect al cercetărilor a servit instalaţia de foraj BU-75.

Se descrie aparatura de măsurare, metodica şi condiţiile efectuării experimentului pentru determinarea obiectivelor arătate. Se analizează rezultatele obţinute şi se scoate în evidenţă eficienţa utilizării amortizoarelor intercalate între sapă şi prăjini grele, care reduc în procesul de foraj sarcinile dinamice în sistemul de manevră cu circa 90% în cazul vitezei unghiulare de rotaţie a mesei de 120...140 rot./min.

L o g h i n o v, V. I. **Caracterele principale ale procesului de distrugere cu ajutorul dezemulsionantului a emulsiei apă—ţiţei.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 12, dec. 1972, p. 39—42.

Alcătuirea unor scheme tehnologice optime pentru distrugerea cu ajutorul dezemulsionantului a emulsiei apă—ţiţei necesită estimări cantitative ale caracterelor acestui proces. Obţinerea unor astfel de estimări pentru viteza procesului de distrugere a peliculei protectoare (blindajului) de pe picăturile fazei disperse şi cercetarea sensibilităţii procesului pentru diferiţii parametri ai acestui proces reprezintă obiectul lucrării.

Se examinează modelul pentru distrugerea cu ajutorul dezemulsionantului a peliculelor protectoare de pe picăturile emulsiei apă—ţiţei aflată în stadiul de transport. Se stabilesc dimensiunile picăturilor, pentru care viteza de umplere cu dezemulsionant a suprafeţei picăturii nu depinde de dimensiunile ei. S-a cercetat, de asemenea, sensibilitatea în funcţie de diferiţii parametri tehnologiei a vitezei de umplere cu dezemulsionant a suprafeţei picăturii. Prin soluţionarea comună pentru o picătură a ecuaţiilor de bilanţ material pentru dezemulsionant şi pentru curentul de difuziune a dezemulsionantului se stabileşte regula de dozare a dezemulsionantului în funcţie de gradul de impurificare cu apă, a materiei prime, de timpul necesar pentru distrugere şi de regimul hidrodinamic de amestecare.

K u l i e v, S. M. **Cu privire la optimizarea regimurilor de foraj.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 12, dec. 1972, p. 60—63.

Se examinează metodica şi bazele optimizării regimurilor de foraj cu masa şi cu turbina, care duc la mărirea vitezelor de foraj, reducerea frecvenţei complicaţiilor şi ieftinirea costului sondelor.

În esenţă optimizarea constă în utilizarea datelor de foraj obţinute la fiecare din sondele precedente săpate, drept bază pentru stabilirea regimului optim de foraj pentru sondele următoare.

Se analizează influenţa diferiţilor parametri de foraj asupra procesului de optimizare şi a eficienţei avansării. Parametrii de foraj se pot împărţi în parametri aleşi arbitrar de operator şi în parametri independenţi de alegerea operatorului. Printre parametrii aleşi arbitrar se numără: fluidul de foraj, hidraulica sistemului de circulaţie, construcţia sondei, tipul şi dimensiunile sapelor, apăsarea axială pe sapă şi viteza ei de rotaţie, iar cei independenţi de alegerea operatorului sînt: proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor săpate şi adîncimea sondei.

Se arată efectul economic rezultat de pe urma aplicării procesului de optimizare a regimurilor de foraj.

Lucrarea cuprinde un bogat material din practica de peste hotare a forajului cu regimuri optimizate.

Bulian, W. **Un nou mijloc de îngreunarea fluidelor de foraj**. In : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **88**, nr. 11, 1972, noiemb. p. 417—421.

Barita de bună calitate este cel mai căutat material pentru îngreunarea fluidelor de foraj. În afară de barită se mai folosesc şi alte materiale cum ar fi calcarul, hematitul, magnetitul şi galena.

Orice material pentru îngreunarea fluidelor de foraj trebuie să aibă conform normelor, greutate specifică ridicată, o distribuţie granulometrică uniformă, cît mai puţine particule solubile în apă şi să nu îngroaşe fluidul ca urmare a conţinutului de particule fine. Barita de calitate superioară posedă toate aceste însuşiri, dar din păcate zăcăminte de acest fel se găsesc foarte puţine.

Firma Sachtleben Chemie GmbH a făcut cercetări şi încercări cu un material nou denumit Fer-o-bar care satisface calităţile menţionate. Acest material este un amestec de oxizi de fier ce rezultă de la prăjirea minereurilor de pirită. Are greutatea specifică de 4,4 kgf/dm$^3$, substanţe solubile în apă mai puţine decît barita şi abrazivitate, de asemenea, mult mai redusă ca aceasta.

Fluidele îngreunate cu Fer-o-bar posedă calităţile reologice ale fluidelor tratate cu barită.

Karibov, E. K. ş. a. **Cu privire la determinarea investiţiei specifice a diferite tipodimensiuni de sape de foraj**. In : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 12, dec. 1972, p. 48—49.

În sistemul de pîrghii economice de acţionare asupra producţiei, importanţa mare o prezintă planificarea socialistă a formării preţurilor.

În condiţiile actuale orientarea principală a formării preţurilor constă în apropierea preţurilor cu ridicata de cheltuielile sociale de muncă. În legătură cu aceasta, la stabilirea preţurilor cu ridicata este actuală evidenţa investiţiei specifice a producţiei. În cele mai multe activităţi de construcţii de maşini determinarea investiţiei specifice pentru anumite produse este dificilă. În industria construcţiilor de maşini petroliere, fabricarea sapelor spre deosebire de alte produse, prezintă particularităţi specifice.

În lucrare se arată posibilitatea determinării investiţiei specifice pentru diferite tipodimensiuni de sape de foraj bazate pe volumul lor tehnologic de muncă (salariul tarifar al muncitorilor productivi) şi pe echiparea tehnică specifică a muncii în fabricaţia sapelor.

Se prezintă formulele corespunzătoare. La stabilirea preţurilor cu ridicata pentru noile tipuri de sape de foraj (determinarea limitei inferioare a preţului cu ridicata) şi la revizuirea preţurilor cu ridicata pentru sapele realizate mai înainte se propune să se determine rentabilitatea după investiţia specifică, a cărei schemă de calcul se expune în lucrare.

Bozîrev, iu. S. ş. a. **Unele cauze de turtire a coloanelor**. In : **Burenie**, nr. 12, dec. 1972, p. 18—21.

Turtirea coloanelor de burlane din sonde reprezintă cel mai grav accident de fund, mai ales cînd se produc în cursul forajului adînc şi de mare adîncime. Se prezintă o analiză a cauzelor turtirii coloanelor în sondele uniunii „Grozneft", analiză făcută după următoarele criterii : lungimea intervalului turtit, numărul de turtiri în diferitele orizonturi stratigrafice, volumul de lucrări efectuate în coloane şi uzura lor, timpul scurs de la turbarea coloanei şi pînă în momentul turtirii sale, condiţiile geologo-tehnice în diferitele depozite la care trebuie să răspundă coloanele tubate.

Analiza arată că cele mai frecvente turtiri se produc în dreptul depozitelor Maikopului superior (oligocen mediu-miocen inferior) formate din roci argiloase. S-a stabilit că sarcinile de turtire pot să fie de două feluri : concentrate şi hidraulice. Aceasta îndreptăţeşte supoziţia neuniformităţii variaţiei presiunii exterioare exercitată în lungul întregii coloane de burlane.

P. D. Weiner şi M. E. Truc. **Degajarea de eforturi reduce ruperile de prăjini grele**. In: World Oil, **175**, nr. 5, oct. 1972, p. 67.

Experienţe făcute la Universitatea din Texas au arătat că prin efectuarea de canale de degajare de eforturi în apropierea îmbinărilor prăjinilor grele se poate mări considerabil durata de lucru a îmbinărilor pînă la 10 ori faţă de cele ce nu au primit degajări. Canalele de degajare API făcute în porţiunea filetată neangajată a cepurilor şi mufelor au îmbunătăţit performanţa. Îmbinări comparabile cu şi fără canale de degajare API s-au rupt după 240 000 şi respectiv 393 000 de flexiuni. Aceste canale reduc concentrările de eforturi normal prezente la baza filetelor în porţiunea neangajată. Al doilea sistem de canale de degajare au fost efectuate pe o distanţă scurtă, adiacent şi de fiecare parte a îmbinării. Această degajare permite ca încovoierea să aibă loc în canale, degajînd astfel porţiunea filetată. Rezultatele obţinute au fost mult mai bune. De exemplu, îmbinarea de 41/8 × 2 in API fără canale de degajare exterioare s-a rupt după 393 000 cicluri în comparaţie cu 5 500 000 cicluri fără rupere a specimenului cu canale de degajare exterioară. Altă prăjină grea de 6×2 1/2 in fără canale de degajare exterioare şi cu canale s-au rupt după 600 000 respectiv 5 328 000 cicluri.

R. G. Goldsmith **De ce noroiul gazeificat nu este totdeauna o problemă serioasă**. In : World Oil, **175**, nr. 5, oct. 1972, p. 51, 101.

Sînt cazuri cînd o mărire a densităţii noroiului nu reduce gazeificarea. În general, aceasta este datorită gazelor sub mare presiune aflate în şisturile cu presiune anormală. La ieşirea detritusului spre suprafaţă, gazele conţinute în şisturi se destind.

De altfel presiunea pe talpă este foarte puţin redusă de gazeificarea noroiului. Autorul dă o formulă aproximativă în care însă nu se ţine seama de adîncimea sondei. În unităţi metrice ea ar fi :

$$\Delta P_{\text{reducere}} \simeq 7 \left( \frac{G_{\text{negazeificat}} - G_{\text{gazeificat}}}{G_{\text{gazeificat}}} \right)$$

Gazeificarea poate duce şi la o falsă alarmă prin creşterea variată a nivelului în habe. În aceste cazuri ar fi bine să se oprească pompa pentru a observa dacă sonda debitează. De o importanţă mai mare este gazul ce apare din formaţiunile de mică adîncime, care se destinde imediat şi asvîrlind o parte din noroi afară poate iniţia o manifestare.

Polihat, Z. S., ş.a. **Instalaţie pentru studierea umflării rocilor argiloase în condiţii apropiate de cele de strat**. In : Burenie, nr. 12, dec. 1972, p. 23—25.

În cele mai multe cazuri în compoziţia colectoarelor petrogazeifere intră materialul argilos drept substanţă de cimentare şi impurităţi. În rocile colectoare ale zăcămintelor din zona Precarpatică conţinutul de argilă variază de la 5 la 30 %.

La pătrunderea în strat a filtratului fluidului de foraj în zona de contact cu roca se produce umflarea argilelor, care provoacă reducerea porozităţii şi permeabilităţii rocilor colectorului (o reducere de 5 % a porozităţii provoacă o micşorare cu 21 % a permeabilităţii).

În ultimul timp problemelor umflării argilelor se acordă multă atenţie de către specialişti. S-au elaborat aparate şi instalaţii pentru studierea umflării argilelor în condiţii normale şi la temperaturi şi presiuni ridicate.

În articol se descrie o instalaţie prevăzută cu dispozitiv optic şi se expune metodica pentru studierea umflării argilelor în condiţii apropiate de cele de strat. Se enumără lucrările pentru studiul umflării rocilor-colectoare aflate în zona petrogazeiferă Precarpatică. Rezultatele cercetărilor s-au folosit la compunerea reţelelor pentru fluidele de circulaţie utilizate la deschiderea stratelor productive.

Bugaev, V. N. ş.a., **Calculele lucrului cablurilor de macara la efectuarea operaţiilor de introducere—extragere.** In: Burenie, nr. 12, dec. 1972, p. 25—26.

Metodele cunoscute pentru calculul lucrului efectuat de cablul de manevră în procesul operaţiilor de introducere-extragere a garniturii de foraj simple sau combinate necesită un volum mare de muncă.

O formulă de calcul mai precisă şi cu aplicare mai uşoară a fost propusă de V. I. Tarasevici. În lucrare se propune aplicarea formulei V. I. Tarasevici perfecţionată. Se arată că această formulă se poate utiliza grupînd datele de la cel puţin cinci marşuri, iar dacă se grupează datele a 10...15 marşuri atunci volumul de muncă pentru calculul lucrului efectuat de cablu se reduce la 1,5...2,0 ori în comparaţie cu formula iniţială a lui V. I. Tarasevici. Drept aplicare practică se prezintă utilizarea datelor efective înregistrate la forajul unei sonde.

Buhalenko, E. I. **Realizările tehnice în cei 50 ani de existenţă a Uniunii Sovietice.** In: Maşini i nefteanoe oborudovanie, nr. 11, noiemb. 1972, p. 3—7.

Semicentenarul de existenţă a Uniunii Republicilor Socialiste Sovietice este un eveniment de importanţă istorică mondială, Industria de petrol dintr-o ramură înapoiată, moştenită de la Rusia ţaristă, s-a transformat într-o mare industrie cu eficienţă ridicată şi continuă dezvoltare.

Ritmul ridicat de dezvoltare a făcut din Uniunea Sovietică una dintre puterile petroliere conducătoare ale lumii. Începînd din anul 1961 cu producţia sa de petrol, Ţara Sovietelor ocupă locul al doilea în lume, iar prin sporul anual de producţie — primul loc.

Prin directivele celui de al XXIV-lea Congres al P.C.U.S. producţia anuală de petrol în cei cinci ani ai cincinalului curent trebuie să ajungă la 480...500 mil. t.

În procesul de dezvoltare a industriei de petrol a U.R.S.S. tehnologia şi tehnica extracţiei petrolului s-au perfecţionat continuu. În lucrare se descriu realizările tehnice în cei 50 ani de existenţă a Uniunii Sovietice în domeniul construcţiei de maşini petroliere pentru exploatarea sondelor, de îmbunătăţire a calităţii şi fiabilităţii utilajului petrolier fabricat.

Asfandiiarov, H. A. ş.a. **Dispozitiv pentru detectarea locului de îmbinare a burlanelor din sondă.** In: Maşini i nefteanoe oborudovanie, nr. 11, noiemb. 1972, p. 13—14.

În practica de schelă, pentru determinarea locului de fixare a pacherului, a intervalului de perforare, a locului de tăiere a ferestrei în coloană, pentru resăparea găurii şi a altor operaţii tehnologice apare necesitatea detectării locului de îmbinare a burlanelor din sondă. Efectuarea acestei operaţii cu ajutorul aparatelor existente: S G D T-2 (gama defectometru-grosimetru cuplat) şi 1 FGM-168 (locator mecanic de fund) necesită un volum mare de muncă, deoarece operarea cu primul impune folosirea unui utilaj special complex, iar pentru introducerea celui de al doilea se cheltuieşte mult timp.

În lucrare se descrie construcţia şi principiul de funcţionare a unui nou dispozitiv pentru detectarea locului de îmbinare a burlanelor, respectiv a mufelor coloanei tubată în sondă. Spre deosebire de dispozitivele existente, construcţia descrisă se introduce în sondă cu sîrma de curăţitor de parafină şi troliul mecanic.

R. W. Scott. **Sonde săpate rapid, fără dificultăţi, pun în producţie sondele de ţiţei sulfuros din formaţiunea Smackover.** In: World Oil, **175**, nr. 5, oct. 1972, p. 47.

În şantierul Jay din Florida este o activitate intensă de foraj, săpîndu-se sonde la calcarul Smackover cu adîncime de aproximativ 4 800 m. Fluidele produse au un conţinut de 8,5—9,2 % $H_2S$ şi aproximativ 2 % $CO_2$. Potenţialul corosiv al acestui amestec este foarte ridicat şi de aceea toate operaţiile şi materialele sînt proiectate pentru evitarea coroziunii.

Presiunea de fund este de 546 kgf/cm² şi temperatura de 140°C. Instalaţiile de foraj utilizate pot săpa la 4 500—6 000 m şi sînt prevăzute cu cîte o pompă principală de la 1 000 la 1 300 CP şi o pompă de rezervă de 900 sau 1 000 CP. Puterea instalată se ridică la aproximativ 2000 CP utilizînd motoare cu gaz. Una dintre sondele ce au săpat cel mai repede avea în plus un L. C. Moore de 465 tone şi o substructură înaltă de 5,5 m. Garnitura de foraj a fost constituită din 2 600 m prăjini 5 in grad E grosime 9,19 mm şi 2 250 m prăjini din oţel X—95 cu grosime 9,19 şi 10,74 mm, plus două prăjini grele 7 3/4 in × 2 1/4 in şi 20 de 7 in × 2 1/4 — in (lungime totală aproximativ 200 m) pentru sapa de 9 7/8 in (250,8 mm). Garnitura de prăjini grele este stabilizată cu trei stabilizatoare aşezate la 18,30 şi 40 m de la sapă. Ansamblul de prevenitoare de erupţie de 10 in × 350 kgf/cm² are jos un prevenitor cu bacuri, un mosor, un prevenitor cu bacuri dublu (jos bacuri oarbe) şi deasupra un prevenitor cu garnitură deformabilă (Hydril). Noroiul este relativ simplu constînd dintr-un sistem cu solide puţine avînd greutatea specifică maximă de 1,272 kgf/cm³.

La nevoie se adaugă materiale pentru combaterea pierderilor de circulaţie. Înainte de a se monta instalaţia mare de foraj se sapă cu o instalaţie uşoară la aproximativ 25 m o gaură de 30 in în care se introduce şi cimentează o coloană de 20 in.

Se continuă cu o gaură de 15 in pînă la circa 1 260 m unde se introduce coloana de 10 3/4 in prevăzută cu centroare. În continuare gaura de 9 7/8 se forează pînă deasupra formaţiunii Smackover prin care se carotează cu o gaură de 8 3/4 in. Coloana finală are 7 in diametru din oţel N-80 rectificat, rezistent la coroziune. Ţevile de extracţie sînt de 31/2 in din oţel C-75 rezistent la coroziune cu un packer la 67 m mai sus de şiu şi cu o suspensiune suplimentară la 2 700 m pentru a reduce eforturile. În spate se pompează o soluţie de $CaCl_2$ şi acid acetic cu greutatea specifică de 1,272 kgf/dm³. Capul de erupţie este compus din ventile şi fitingărie din oţel inoxidabil. Perforările se fac prin tubing după ce s-a montat capul de erupţie. Una din ultimele sonde s-a săpat pînă la adîncimea finală de 4 886 m în 43 zile şi 7/12 ore.

* * * **Firma Blohm şi Voss AG construieşte pentru Offshore Company, Houston-Texas, o superinsulă de foraj semisubmersibilă.** In: Erdöl-Erdgas-Zietschrift, **88**, nr. 11, 1972 noiemb., p. 453.

Insula de foraj tip SCP III marca 2 în construcţie la firma Blohm & Voss AG, este formată dintr-o platformă ce se sprijină prin intermediul a şase stîlpi pe două corpuri plutitoare. Pe mijlocul platformei se montează turla şi instalaţia de foraj respectivă. Pe puntea pupă este amenajat un spaţiu pentru helicopter.

În corpurile plutitoare sînt dispuse elicele, fiecare acţionată de un electromotor de 2 250 CP. Sînt prevăzute, de asemenea, încăperi de locuit cu instalaţii de aer condiţionat pentru a caza 90 de persoane.

Platforma are o lungime de 82 m şi o lăţime de 68 m, iar corpurile plutitoare au 115 m lungime şi 11 m diametru. Scufundarea se face pe 8,5 m în timpul deplasării şi pe 21,4 m în timpul forajului.

Pitter., H. **Extracţia de cantităţi mari de lichide din sondele de ţiţei cu apă.** Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **88**, nr. 11, noiemb. p. 422—430.

Cea mai mare parte a producţiei de ţiţei în R. F. a Germaniei se extrage cu cantităţi mari de apă. În anul 1970 la producţia totală de 7,5 mil. t, raportul ţiţei-apă a fost de 1 : 3. La zăcămintele de ţiţei parafinos acest raport a ajuns chiar pînă la 1 : 6,5. Această apă provine de la operaţiile de injecţie iniţiate de multă vreme în vederea menţinerii presiunii de zăcămînt. Pentru extracţia ţiţeiului procedeele cele mai curent folosite sînt: extracţia cu pompe cu prăjini şi extracţia cu pompe centrifugale submersibile. Acestea din urmă au avantajul capacităţilor mari de extracţie faţă de pompele cu prăjini, care nu mai corespund la debite ce pot ajunge şi la 400 m³/zi. Pompele centrifugale sînt ieftine, iar costurile de extracţie sînt mai scăzute decît la pompele cu prăjini.

* * * **Expansiunea producției petroliere în Abu Dhabi.** In : Petroleum Press Service **XXXIX**, nr. 12, 1972, p. 465.

Producția de petrol în Abu Dhabi a depășit la sfîrșitul anului trecut 150 000 t/zi și se prevede o nouă expansiune în viitor.

Instalațiile noi de la zăcămîntul Bu Hasa au ridicat producția la 100 000 t/zi. Zăcămîntul Bab va produce în continuare 18 000 t/zi, dar în cursul acestui an va intra în producție un nou zăcămînt Asab, care va avea o capacitate de producție de circa 70 000 t/zi. Zăcămîntul submarin de la Mubarraz produce 5—6 000 t/zi petrol de 33—41° API, cu un conținut de sulf de 0,8 %, care va fi exportat în Japonia. În anul viitor se prevede că producția acestui zăcămînt va fi de două ori mai mare.

În celelalte zăcăminte submarine producția a crescut de la media de 50 000 la 75 000 t/zi. La zăcămîntul Zakum se efectuează forări de dezvoltare.

* * * **Noul zăcămînt de gaze naturale de la Maui în Noua Zeelandă.** In : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 12, 1972, p. 467.

În Noua Zeelandă se va da în exploatare marele zăcămînt de gaze naturale de la Mani, în largul coastelor provinciei Taranaki, în North Island.

Se intenționează ca gazele naturale provenite din acest zăcămînt să fie folosite la producerea energiei electrice, deoarece regiunea este suficient aprovizionată cu gaze naturale din rezervele de 16 miliarde $m^3$ din zăcămîntul de la Koperni, care a intrat în producție în anul 1970. Surplusul poate fi exportat sau folosit în industria petrochimică.

Zăcămîntul de la Maui, descoperit în anul 1969 la o adîncime a apei de 100 m, este socotit printre cele 15 mari zăcăminte din lume, în afară de cele din S.U.A. Cu toate că valoarea rezervelor nu a fost încă publicată se estimează că capacitatea de producție este de 8,5—14 mil. $m^3$/zi.

Investițiile necesare pentru exploatarea acestui zăcămînt sînt de 125—150 mil. dolari N.Z.

**Dezvoltarea transporturilor de gaze naturale în Europa.** In : Petroleum Review, 1972, noiemb., p. 338—339.

În țările Europei de vest consumul de gaze naturale a crescut enorm într-un deceniu. Numai în ultimii doi ani s-a înregistrat o creștere de la 78 000 mil.$m^3$ în 1970 la 101 000 mil. $m^3$ în 1971.

Aprovizionarea cu gaze naturale interțări are astăzi în Europa un caracter general, depășind de mult interesul pur local.

Grupul ENI (Italia) a început în anul 1972 montarea unei conducte magistrale de 38 in pentru transportul gazelor din Olanda (Drent) în Italia pe un traseu de circa 800 km lungime, care traversează teritoriul R. F. a Germaniei și teritoriul Elveției. Această conductă va fi dată în exploatare pînă la finele anului 1973 și va transporta în faza finală 6 000 mil. $m^3$/an gaze pentru Italia.

Lucrările au început în numeroase puncte în lungul traseului. Se vor executa multe traversări de ape și circa 13 tuneluri principale în Elveția, în unele puncte la altitudini de peste 5 000 m.

Este proiectată, tot prin grupul ENI, executarea unei conducte de la granița ČSR cu Austria și pînă în Italia pentru aprovizionarea cu gaze naturale din conducta magistrală U.R.S.S. ce traversează ČSR și ajunge în R. F. a Germaniei. Prin această conductă Italia va primi anual 6 000 mil. $m^3$ gaze.

Altă sursă de aprovizionare cu gaze lichefiate în echivalent de 3 000 mil.$m^3$/an gaze și asigură pentru Italia din Libia începînd din anul 1971.

Mișcarea în transportul gazelor interțări este de dată mai veche. Încă din anul 1964 Algeria livrează Angliei și Franței gaze naturale lichefiate. Din anul 1965, după descoperirea zăcămintelor de la Groningen, Olanda furnizează gaze naturale Franței, Belgiei și R. F. a Germaniei. Austria importă gaze din U.R.S.S. începînd din anul 1968, iar Libia furnizează gaze lichefiate Spaniei și Italiei.

În general, livrările de gaze naturale și cele de gaze lichefiate sînt contractate pe termeni lungi de 15—20 ani.

# INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

## Prima unitate pentru lichefierea gazului natural de la Skikda (Algeria) și-a atins capacitatea de producție.

Prima unitate a uzinei de la Skikda care este cea mai importantă unitate de acest gen construită în lume și-a atins în proporție de 100 % capacitatea nominală de producție, după o răcire progresivă a bacurilor de stocaj : temperatura de lichefiere a gazului natural este de —162°C. Punerea în funcțiune a unității a avut loc la 18 noiembrie, iar 48 de ore mai tîrziu producția nominală era atinsă. De notat că acest lucru a fost realizat pornindu-se de la gazul venit pe conductă, fără utilizarea altor hidrocarburi.

Contractul de studiu și de realizare a uzinei de la Skikda, încredințat firmei TECHNIP de către SONATRACH, a intrat în vigoare la 30 decembrie 1968. În acel moment el reprezenta cel mai mare contract la cheie (în valoare de 700 milioane de franci) încredințat vreodată unei firme constructoare de mașini în domeniul tratării hidrocarburilor. TECHNIP, principala firmă dintr-o asociație formată cu CEM, CMP și SPIE, avea să asigure concepția completă a uzinei, achizițiile de materiale, construirea și punerea în funcțiune, precum și selecționarea și calificarea personalului și asistență tehnică în cursul primei perioade a exploatării.

*Originalitatea uzinei de la Skikda* constă în faptul că a fost concepută pe o bază modulară : ea cuprinde trei unități identice, independente, avînd fiecare o capacitate anuală de 1,5 miliarde/$m^3$.

*Procedeul de lichefiere* este procedeul Tealarc pe bază de cascadă încorporată al Societății TEAL, filială a firmelor TECHNIP și AIR LIQUDE. TEAL deține numeroase procedee brevetate în întreaga lume. Rolul ei la Skikda a fost acela de a asigura concepția și realizarea părții criogenice a fiecărei linii și, în special, construirea a 30 de schimbătoare bobinate, cel mai mare avînd o greutate de 110 t, o suprafață de schimburi de 12 500 $m^2$ și atingînd o lungime totală a țevilor de 300 km.

*O instalație gigantică* : fiecare din cele 3 unități este echipată cu un compresor de tip axial, de 80 000 kW, acționat de o turbină cu vapori cu viteză variabilă. Această turbină este alimentată de un cazan producînd 320 t/h vapori la 70 at și 500°C. Necesarul de apă de răcire a ansamblului uzinei este asigurat de trei pompe de apă de mare, fiecare avînd o putere de 1250 kW și un debit de 100 000 $m^3$/h.

**În Marea Britanie**, Gas Council negociază cu Grupul Total Oil Marine pentru cumpărarea de gaze naturale provenind din zona britanică a zăcămîntului Frigg, la est de insulele Shetlands, şi cu Phillips pentru gazele naturale din zăcămîntul de la Ekofisk, pentru a-şi asigura rezerve suplimentare în anul 1975.

**În Republica Federală Germania**, mai multe societăţi petroliere studiază construirea la Jemgung, la sud de Emdeu, a 30 de caverne pentru stocarea subterană a 11 mil. $m^3$ de petrol. De asemenea, se studiază construirea unei conducte de transport al petrolului de la staţia terminală de la Wilhelmshaven la depozitele subterane şi la rafinărie, cu o capacitate de 2,4 mil. t/an de la Emden.

**În Olanda**, în anul 1972 s-au vîndut 58 000 mil. $m^3$ gaze naturale.

**În Belgia** rafinăria societăţii Esso de la Anvers îşi va mări capacitatea de la 12 000 la 24 000 t/zi în anul 1976; costul investiţiilor va fi de 8 miliarde franci belgieni.

**În Portugalia**, capacitatea rafinăriei de la Porta va fi mărită cu 2—3,3 mil. t/an.

**În Grecia** rafinăria de la Aghii Theodori a fost terminată, intrînd în funcţiune cu o capacitate iniţială de 1,5 — 2 mil. t/an. În cursul anului viitor capacitatea acestei rafinării va fi mărită la 5 mil. t.

**În India**, Ministerul Petrolului a propus construirea unei a doua rafinării la Goa cu o capacitate de 4,5 mil. t/an. Prima va fi construită la Uttar Pradesh.

**În China** se va construi o conductă de 1,2 km lungime pentru transportul petrolului din zăcămîntul Tachiug pînă la golful Liatung.

**În Japonia** se proiectează construirea unui mare complex de rafinare pe o insulă artificială în largul mării, sprijinită pe 300 de chesoane care vor servi ca rezervoare de depozitare a petrolului. Insula va avea o suprafaţă de 9,5 $km^2$; pe ea se vor construi o rafinărie cu o capacitate de 5 000 t/zi şi unităţi petrochimice. Construcţia va dura 10 ani şi costul ei este estimat la 4 mil. yeni (circa 13 000 mil. dolari).

**În Indonezia** sonda Kasikan nr. 1, la 26 mile nord-vest de Bangkinang (în centrul peninsulei Sumatera), a dat petrol de la adîncimea de 200 m. Încercările de producţie au dat un debit de 48 t/zi petrol cu un conţinut redus de sulf. Această sondă este situată la vest de noile zăcăminte de la Kotabatak, Petapahan şi Suram.

Sonda Melahin nr. 2 a confirmat existenţa unui nou zăcămînt petrolier în bazinul Balikaptan, în largul coastelor de răsărit ale Kalimantanului.

În cursul cercetărilor sonda a dat 400 t/zi petrol cu un conţinut redus de sulf.

**În Canada**, se proiectează reducerea conţinutului de plumb în benzinele auto la 0,75 g/l; conţinutul de plumb în benzine este în prezent de 0,3 — 1,2 g/l. Reglementarea acestui procent va fi promulgată în Clean Air Act şi va intra în vigoare la 1 ianuarie 1974. Guvernul canadian are intenţia de a reduce mai tîrziu şi aceste limite.

**În S.U.A.** Biroul Minelor studiază posibilitatea de a folosi solvenţi şi explozivi pentru recuperarea hidrocarburilor grele cu o densitate de 15° sau mai mică. Numai rezervele de hidrocarburi grele din Kansas, din Missuri şi din Okhlahoma, din straturile sedimentare situate la o adîncime mai mică de 1000 m, au fost estimate la 5 miliarde t, deci ceva mai mult decît totalitatea rezervelor de petrol din celelalte 48 de state.

**În Indonezia**, zăcămîntul de petrol de la Attaka, situat la 19 km în largul coastelor Kalimantanului oriental a început să producă pe scară largă la începutul anului trecut; producţia iniţială este de 5 000 t/zi. Se prevede ca la sfîrşitul acestui an producţia va atinge 16 000 t/zi.

Petrolul este pompat într-o conductă de 18" diametru pînă la Santan, la 150 km la nord de Balikpapan, în rezervoare cu o capacitate de 250 000 t, de unde este transportat printr-o conductă de 30" diametru într-o instalaţie de încărcare în tancuri de petrol. Petrolul din acest zăcămînt are o densitate de 38,5° API şi un conţinut de sulf de 0,5 % în greutate.

# RECENZII

DAMPFTURBINENBETRIES (**Exploatarea turbinelor cu abur**) de un colectiv de autori în editura „VEB Deutsher Verlag" Leipzig ediţia a 2-a, 1972, 328 p.

Dezvoltarea bazei energetice în actualul plan cincinal formează una dintre sarcinile principale puse de cel de-al 8-lea Congres SED în cadrul programului de dezvoltare în continuare a sistemului economic al socialismului în Republica Democrată Germană. Pînă în anul 1975 vor intra în producţie noi centrale electrice ale căror capacităţi vor totaliza 5,9 pînă la 6,4 mil. kW. Pe de altă parte, la unele din centralele electrice, în prezent în exploatare, sînt prevăzute măsuri de raţionalizare şi modernizare.

Pentru ritmul planificat de dezvoltare a bazei energetice, răspunderea profesională şi nevoia de pregătire şi de perfecţionare a cunoştinţelor personalului din centralele electrice vor trebui să crească în permanenţă.

Prin publicarea prezentului manual, colectivul de autori a urmărit să pună la îndemîna mecanicilor din termocentralele electrice, din centralele nucleare şi celor de la instalaţiile de turbine cu gaze un material cît mai complet pentru însuşirea şi perfecţionarea cunoştinţelor de specialitate. Manualul cuprinde şapte capitole. La sfîrşitul fiecărui capitol s-au trecut o serie de întrebări şi probleme de control pentru verificarea însuşirii cunoştinţelor materialului studiat.

*Capitolul 1.* Este expus fenomenul fizic de condensare şi aplicaţiile la turbinele cu abur. Se prezintă procesul de lucru al condensatoarelor, construcţia şi tipul acestora , avantajele termodinamice ale instalaţiei de condensare de la turbinele cu abur cu condensaţie şi diagrama fluxului de căldură într-o turbină cu abur.

Pentru calculul apei de răcire se dau formulele uzuale şi aplicaţiile acestora la un exemplu numeric. Diferitele tipuri de pompe şi rolul lor funcţional în instalaţii sînt succint descrise. De asemenea, sînt prezentate instalaţiile de răcire cu recirculaţie, recirculaţia condensatului şi curăţirea acestuia.

Materialul acestui capitol este însoţit de numeroase schiţe şi de două scheme funcţionale ale instalaţiilor de condensare.

*Capitolul 2.* Acest capitol este rezervat descrierii turbinelor cu abur. Sînt prezentate părţile componente ale turbinelor, aspectele de transformare a energiei, curgerile prin duze şi calculul acestora şi tipurile constructive de turbine (axiale sau radiale, turbine cu condensaţie sau cu contrapresiune, turbine cu acumulare sau cu abur de emisiune, turbine cu acţionare directă sau indirectă).

Pierderile interne (în duze, în palete, la ieşirea aburului şi cele datorate frecărilor) micşorează căderea entalpiei de care se dispune. Pierderile exterioare sînt pierderi prin frecări în lagăre, prin radiaţii şi pierderi de abur în presetupe şi în transmisiile anexe.

Ca şi în capitolul precedent materialul este bogat completat cu schiţe, scheme şi diagrame.

*Capitolul 3.* Buna funcţionare şi viaţa unei turbine depind într-o largă măsură şi de sistemul de ungere. Se arată rolul funcţional al ungerii la turbinele cu abur şi calităţile ce se cer uleiurilor de turbină (viscozitatea, conţinutul de apă, conţinutul de cenuşă, indicele de neutralizare şi cel de saponificare).

În sistemul de ungere o deosebită importanţă are aprovizionarea continuă cu ulei a tuturor punctelor de ungere, ceea ce se asigură prin circuite de ulei sub presiune.

Se dau detalii privind părţile componente ale sistemului de ungere (case şi circuite de ulei, pompe de ulei, filtre etc.).

Materialul este însoţit de schiţe şi diagrame.

*Capitolul 4.* Tratează problema deosebit de importantă a reglării turbinelor cu abur. Reglarea are menirea să menţină cantitatea de abur astfel încît

în orice moment să se asigure puterea cerută turbinei şi totodată turaţia acesteia să rămînă constantă.

Se explică necesitatea corelării dintre turaţia şi puterea turbinei cu abur, respectiv frecvenţa reţelei şi principiul de funcţionare a dispozitivelor de reglare la turbinele cu abur. Pe scurt sînt prezentate sistemele de transmitere a reglării (tije de reglare, reglare hidraulică, reglare mixtă, reglare universală).

Şi în acest capitol se găsesc numeroase schiţe şi reprezentări grafice.

*Capitolul 5.* Prin construcţia şi funcţionarea lor turbinele cu abur sînt foarte complicate datorită expansiunii aburului la temperaturi şi presiuni înalte şi turaţii foarte mari a pieselor în mişcare, care dezvoltă forţe centrifugale importante. De aceea pentru securitatea tehnică a instalaţiei şi protecţia personalului de serviciu instalaţiile sînt înzestrate cu dispozitive de securitate.

Se descriu dispozitivele de protecţie contra deranjamentelor din exterior şi contra deranjamentelor din interiorul turbinei, insistîndu-se asupra indicaţiilor generale pentru controlul dispozitivelor de securitate, cu exemple pentru acestea la turbinele de 100 MW.

*Capitolul 6.* Acest capitol este rezervat supravegherii şi exploatării turboagregatelor, sarcini de mare răspundere pentru care se cere mecanicilor cunoştinţe temeinice şi o largă experienţă.

Se menţionează că progresele tehnice din ultima vreme au dezvoltat tehnici noi de măsurare, comandă şi reglare în domeniul turbinelor cu abur. Sînt prezentate principiile de măsurare a debitelor, presiunilor şi temperaturilor, dînd exemple numerice.

Se descriu prescripţiile de punere în funcţiune, de exploatare şi de scoatere din funcţiune a turboagregatelor, insistîndu-se asupra sistemelor de ungere, instalaţiilor de condensare, supravegherii turbinelor, încărcării lor, turaţiei şi sincronizării. Numeroase schiţe şi scheme explică principiile de funcţionare şi de exploatare.

*Capitolul 7.* Acest capitol este rezervat problemelor privind deranjamentele şi avariile turboagregatelor cu abur. Pentru evitarea deranjamentelor şi avariilor şi pentru securitatea tehnică trebuie să se respecte şi să se execute o serie de examinări şi controale prevăzute în standardul TGL 72—24634. Se arată care sînt examinările curente ce trebuie executate zilnic, săptămînal, lunar, trimestrial şi semestrial. Se descriu măsurile de luat în cazul deranjamentelor aparaturii de măsură şi control, instalaţiei de condensare, circuitelor de ungere, dispozitivelor de reglare şi de siguranţă. Defectele cele mai importante, care pot duce la oprirea turboagregatelor pentru o durată mai mare, sînt trecute sumar în revistă.

⁂

Prezenta ediţie a manualului, completată şi extinsă de colectivul de autori, are un caracter de largă actualitate, fiind pusă la punct cu ultimele noutăţi din literatura de specialitate. De relevat este modul ştiinţific de expunere a întregului material şi exemplificările legate de practica exploatării turbinelor cu abur.

FIRMIN LENTACHER : **La revolution energetique de notre temp**. Ed Sciences humaines Paris, 1972, 196 p. (**Revoluţia energetică a timpului nostru**)

Lucrarea respectivă este o sinteză foarte cuprinzătoare a stadiului actual al acestei probleme aşa cum rezultă din progresele realizate în ultimii ani.

Problemele de energetică care se pun specialiştilor din diverse ţări sînt din ce în ce mai complexe şi rezolvarea lor optimă necesită o înţelegere din ce în ce mai profundă. După felul cum este alcătuită această carte depăşeşte cu mult titlul care i s-a dat deoarece sînt abordate numeroase probleme tehnologice şi teoretice alături de materialul consacrat lucrărilor cu caracter aplicativ. Autorul tratează în mod global şi aproape complet toate problemele ce se pun în legătură cu diversele surse de energie pe plan mondial. Cartea cuprinde şase capitole, numeroase grafice, tabele şi figuri reprezentative.

În primul capitol care se referă la energia în cadrul economiei generale mondiale sînt analizate unele probleme în legătură cu consumul de energie, repartiţia lor pe glob şi producţia diferitelor state. Capitolul II tratează unele probleme legate de zăcămintele de petrol, de exploatarea lor, cele mai importante regiuni petroliere de pe glob, dezvoltarea industriei petrochimice în diferite ţări şi perspectivele de dezvoltare în diverse domenii.

În capitolul III, ca o urmare firească a capitolului precedent, se tratează despre gazele naturale şi rolul lor în economia mondială.

La început sînt analizate cele mai mari rezerve de pe glob, posibilităţile lor de exploatare şi unele complexe industriale mai importante din Europa.

Sînt prezentate, de asemenea, problemele legate de transportul şi stocarea gazului, precum şi relaţia dintre rezerve şi producţie. Capitolul IV se referă la cărbuni şi la declinul lor în epoca actuală. La începutul capitolului autorul face o scurtă descriere asupra istoricului şi evoluţiei cărbunelui în sec. XIX şi XX.

În continuare sînt prezentate cele mai importante regiuni carbonifere din diferite ţări. În concluzie sînt analizate atît producţia, cît şi consumul pe plan mondial.

Penultimul capitol V tratează despre consumul de energie electrică pe glob, precum şi unele perspective din acest domeniu în Europa.

Ultimul capitol tratează despre unele probleme în legătură cu energia nucleară, importanţă şi diverse tipuri de reactori şi utilizarea acestor energii în diverse domenii etc.

Ceea ce reţine atenţia în mod deosebit în această lucrare este rezolvarea originală şi totodată de mare actualitate a problemelor ce se referă la determinarea tipurilor de energie, distanţele de transport necesare pentru fiecare în parte, evaluarea costurilor, calculul la nivelul economiei naţionale, a eficienţei economice şi a rentabilităţii pentru fiecare ţară respectivă. De altfel caracterul original de tratare a problemelor se găseşte în mai toate capitolele elaborate ceea ce conferă lucrării un caracter de nou în domeniul respectiv avînd în vedere actualitatea problemelor tratate, faptul că se adresează unui grup larg de ingineri şi tehnicieni din domenii foarte variate, acurateţea soluţiilor date, precum şi simplitatea aplicării lor face ca lucrarea respectivă să poată fi considerată ca o lucrare valoroasă care îmbină rigurozitatea cerută de metodele ştiinţei cu metodele de aplicare foarte practice şi posibil folosite.

*Notă:*
În revista Petrol şi gaze, nr. 1, vol. 24, 1973, la p. 18 în loc de P. Nicolae se va citi N. Petre.

Revista PETROL şi GAZE. Redacţia : Bucureşti, Calea Plevnei, 139, telefon 49. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. telefon 49. 59. 25. Calea Plevnei 139 cont 640 301-14. Banca Naţională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi : lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8. Taxele poştale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I. P. I. c. 2539

14 330



MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS ORSZÁGOS

# Pour tous travaux miniers et géologiques s'adresser à

# geomin

ENTREPRISE D'ÉTAT DE COMMERCE EXTÉRIEUR
SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202 ● BUCAREST – ROUMANIE
● TÉLÉPHONE: 13.00.94 ● TELEX: 01 12 63.

GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerais par la livraison d'installations complétes, avec la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.

Des instituts spécialisés et un personnel hautement qualifié assurent l'exécution de:

— prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et dans des installations pilote:

— études de faisabilité pour différents types de gisements;

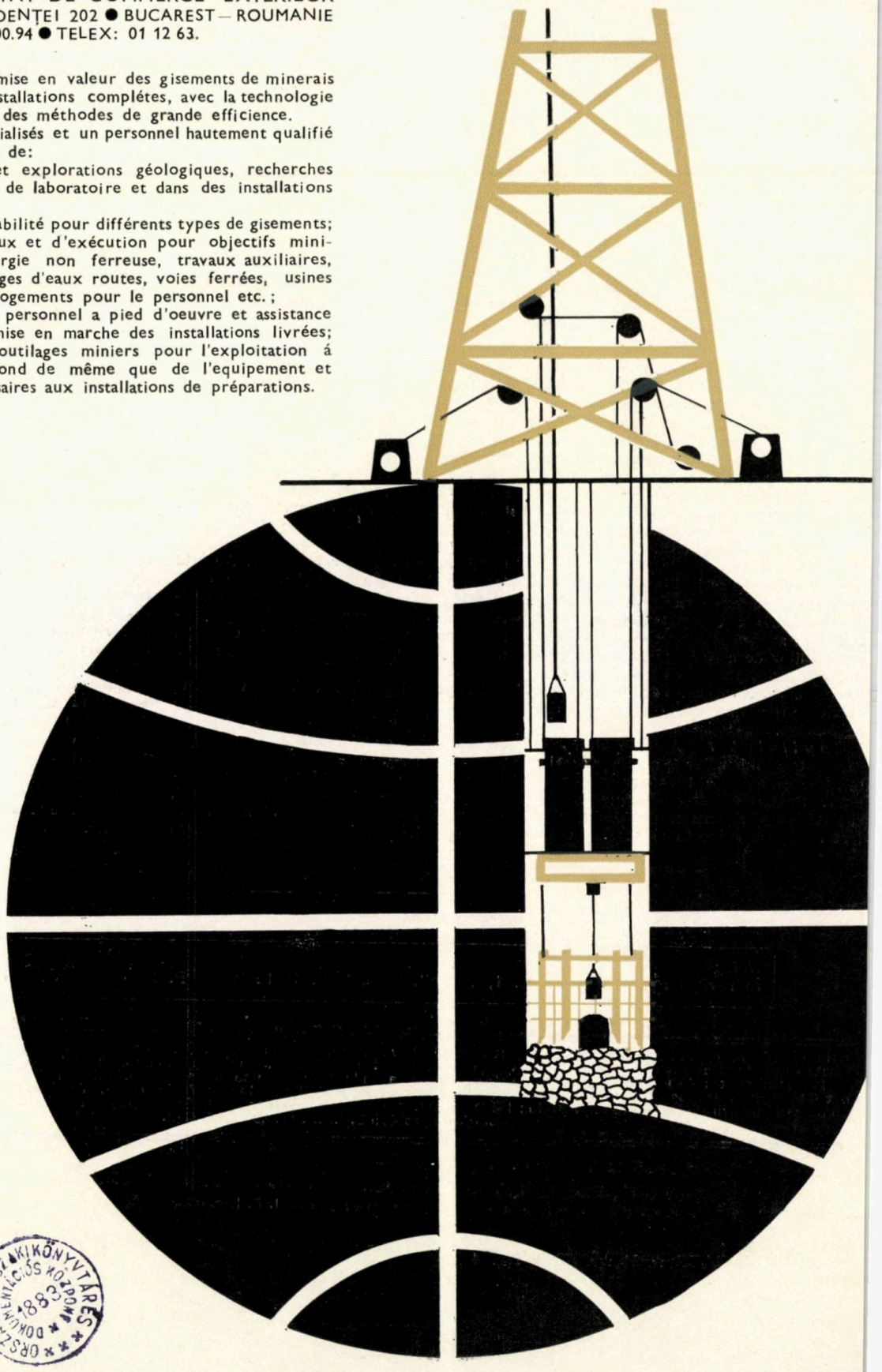
— projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers et de métallurgie non ferreuse, travaux auxiliaires, aménagements, captages d'eaux routes, voies ferrées, usines électriques dépôts, logements pour le personnel etc.;

— instruction du personnel a pied d'oeuvre et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;

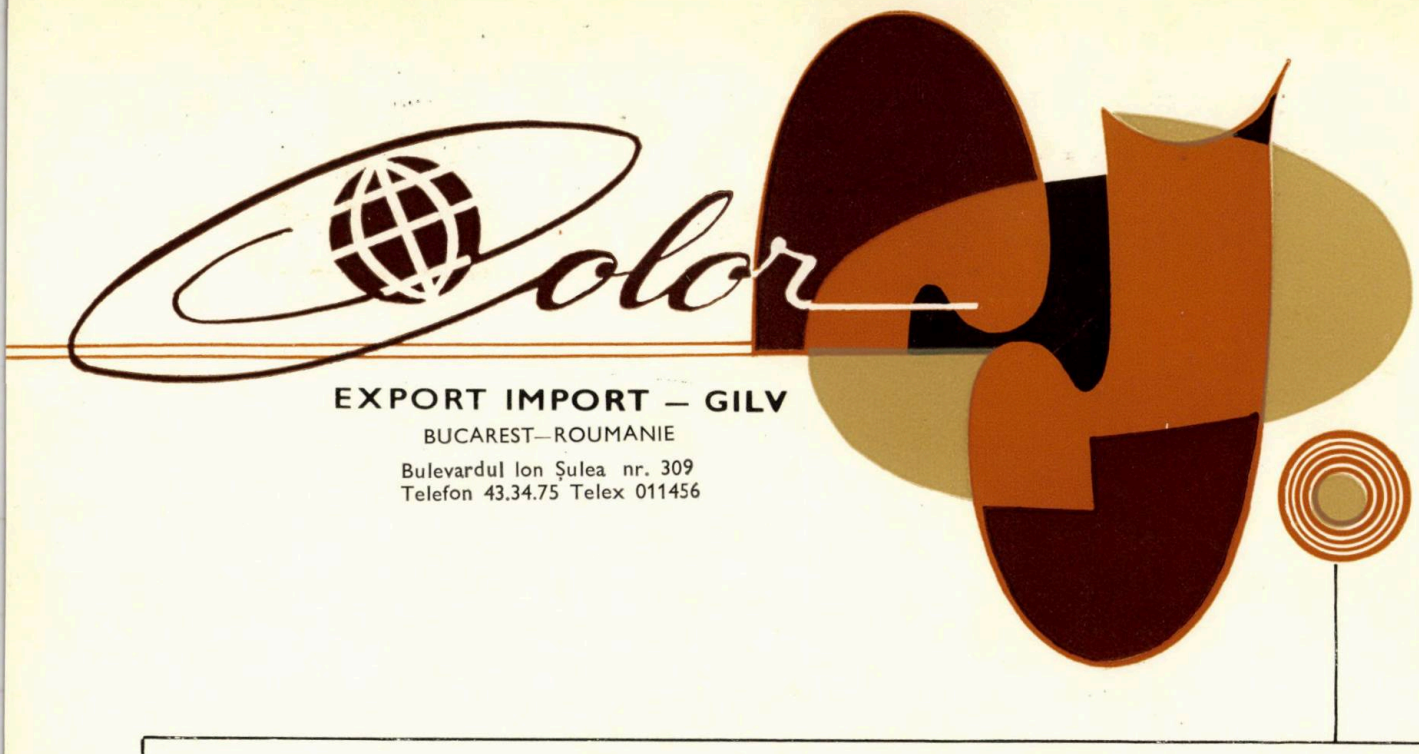
— livraison des outilages miniers pour l'exploitation á ciel ouvert ou au fond de même que de l'equipement et des maschines nécessaires aux installations de préparations.

GEOMIN offre aussi **pour** extraction de **pétrole:**

— études de synthèse pour évaluer les gisements de pétrole et de gaz
— programmes d'exploration
— prospections géologiques
— prospections géophysiques
— forage structural
— forage de puits d'exploration et d'exploitation
— projets, livraison et construction d'utilités instalations annexes (conduits, réservoirs etc.).



MŰSZAKI KÖNYVTÁRES
DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT
1883




**EXPORT IMPORT — GILV**
BUCAREST—ROUMANIE
Bulevardul Ion Şulea nr. 309
Telefon 43.34.75 Telex 011456

# NOMENCLATEUR POUR EXPORTATION

## A. PEINTURES, VERNIS, RESINES

1. Peinture de fond soluble dans l'eau
2. Peinture de fond anti-corrosive séchant au four
3. Peinture de fond anti-corrosive séchant à l'air
4. Peintures intermediaires et sealers
5. Peinture — émail pour la méthode electrostatique
6. Peinture — émail d'entretien, de réparation et de repeinturage
7. Polilac, émaux alkydes séchant-à-l'air
8. Romcolor, peintures — émaux aux résines alkydes
9. Emaux perchlore vinyliques
10. Emaux à base de chlorecaoutchouc
11. Novolin, peintures — émaux à la nitrocellulose
12. Linoxin, peintures à base d'huile
13. Laques polyesters nonsaturés por meubles
14. Peintures vinyliques en disperson
15. Divers diluants
16. Stabilisateurs
17. Résines alkydes
18. Résines phénoliques
19. Résines polyesters nonsaturés
20. Résines urée — formaldéhyde non plastifiées
21. Résines mélamine — formaldéhyde non plastifiées (Melarom)

## B. PRODUITS PHARMACEUTIQUES DE SYNTHESE

1. Acide salicylique pharmaceutique BP 68
2. Acide salicylique pharmaceutique nonvolumineux
3. Acide acétyl salicyclique
4. Benzoate de soude

## C. PIGMENTS INORGANIQUES

1. Tetraoxychromate de zinc
2. Chromate de zinc
3. Bleu de fer
4. Oxyde noir
5. Oxyde de fer rouge
6. Vert de chrome

## D. INSECTICIDES ORGANO-PHOSPHORIQUES

1. Carbetox
2. Fosfotox
3. Sintox

## E. DERO

## F. PLASTIFIANTS

1. Di-2-ethyl-hexylphtalate
2. Dibutyl phtalate

## G. ENCRES D'IMPRIMERIE

1. Encres journal
2. Encres typo
3. Encres offset
4. Encres hélio
5. Encres flexo
6. Encres serigrafique

## H. DIVERS PRODUITS

1. Chlorure cuivreux
2. Charbon de bois, de retorte
3. Acétate de soude
4. Papier carbon
5. Savon à linge et à toilette

# IMPEXMIN

ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

Bucureşti ROMÂNIA
Str C A Rosetti nr. 13
tel 12 62 18
12 62 71 telex 588

1973 JUN 5

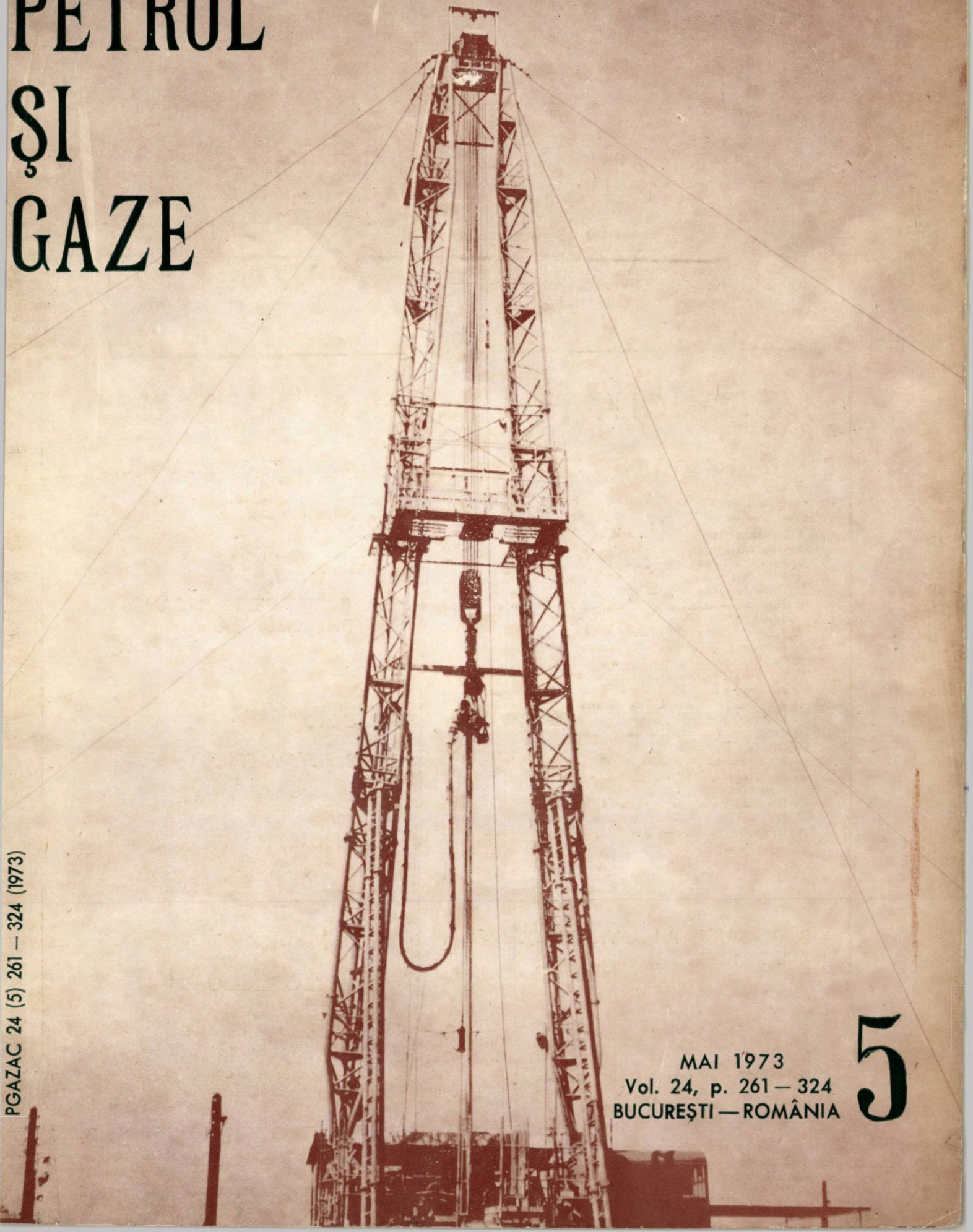
Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

**OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.**

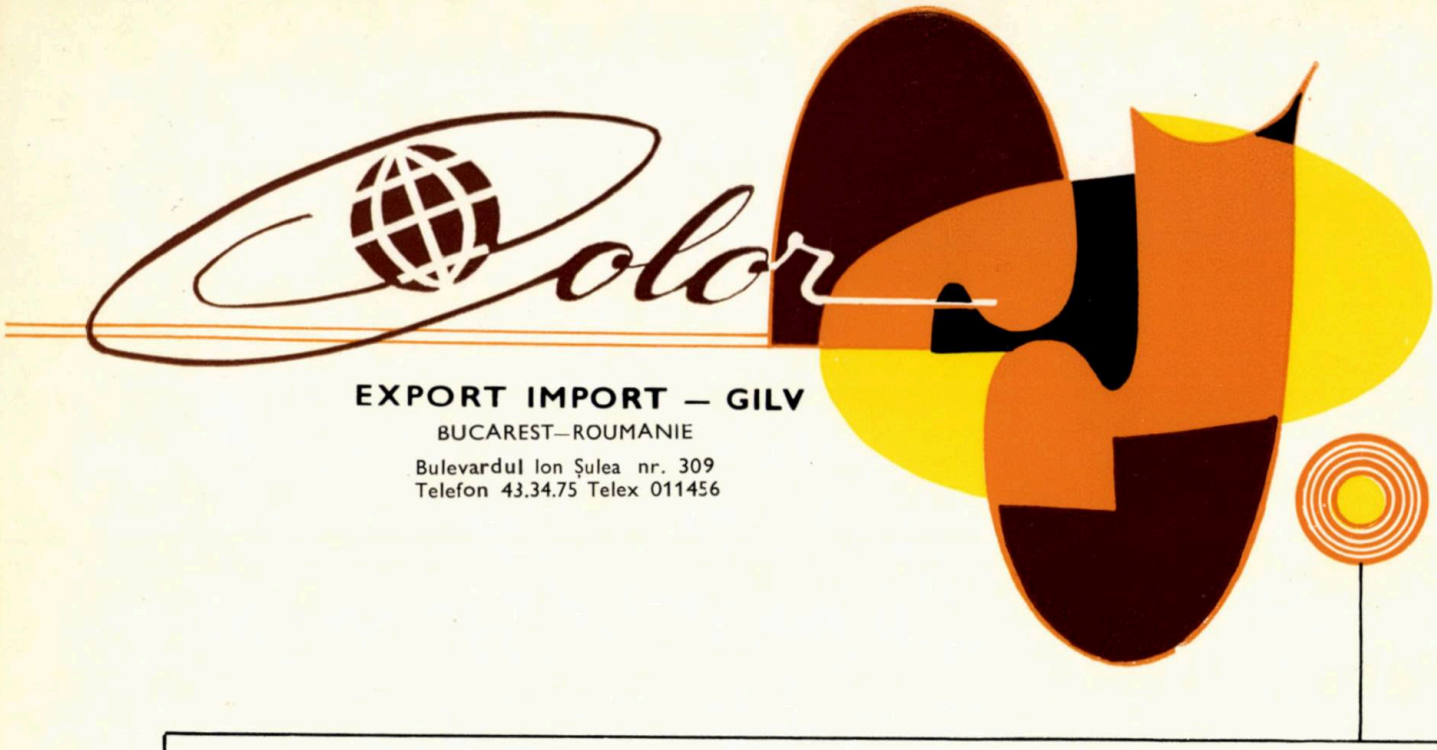
II 1445

# PETROL ŞI GAZE



PGAZAC 24 (5) 261 — 324 (1973)

MAI 1973
Vol. 24, p. 261 — 324
BUCUREŞTI — ROMÂNIA
5




**EXPORT IMPORT — GILV**
BUCAREST—ROUMANIE
Bulevardul Ion Şulea nr. 309
Telefon 43.34.75 Telex 011456

# NOMENCLATEUR POUR EXPORTATION

## A. PEINTURES, VERNIS, RESINES

1. Peinture de fond soluble dans l'eau
2. Peinture de fond anti-corrosive séchant au four
3. Peinture de fond anti-corrosive séchant à l'air
4. Peintures intermediaires et sealers
5. Peinture — émail pour la méthode electrostatique
6. Peinture — émail d'entretien, de réparation et de repeinturage
7. Polilac, émaux alkydes séchant-à-l'air
8. Romcolor, peintures — émaux aux résines alkydes
9. Emaux perchlore vinyliques
10. Emaux à base de chlorecaoutchouc
11. Novolin, peintures — émaux à la nitrocellulose
12. Linoxin, peintures à base d'huile
13. Laques polyesters nonsaturés por meubles
14. Peintures vinyliques en disperson
15. Divers diluants
16. Stabilisateurs
17. Résines alkydes
18. Résines phénoliques
19. Résines polyesters nonsaturés
20. Résines urée — formaldéhyde non plastifiées
21. Résines mélamine — formaldéhyde non plastifiées (Melarom)

## B. PRODUITS PHARMACEUTIQUES DE SYNTHESE

1. Acide salicylique pharmaceutique BP 68
2. Acide salicylique pharmaceutique nonvolumineux
3. Acide acétyl salicyclique
4. Benzoate de soude

## C. PIGMENTS INORGANIQUES

1. Tetraoxychromate de zinc
2. Chromate de zinc
3. Bleu de fer
4. Oxyde noir
5. Oxyde de fer rouge
6. Vert de chrome

## D. INSECTICIDES ORGANO-PHOSPHORIQUES

1. Carbetox
2. Fosfotox
3. Sintox

## E. DERO

## F. PLASTIFIANTS

1. Di-2-ethyl-hexylphtalate
2. Dibutyl pntalate

## G. ENCRES D'IMPRIMERIE

1. Encres journal
2. Encres typo
3. Encres offset
4. Encres hélio
5. Encres flexo
6. Encres serigrafique

## H. DIVERS PRODUITS

1. Chlorure cuivreux
2. Charbon de bois, de retorte
3. Acétate de soude
4. Papier carbon
5. Savon à linge et à toilette

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 5
mai 1973

## CUPRINS

G. Pârvu : **Studiul paleocurenţilor la nivelul Miocenului dintre Olt şi Olteţ. Depresiunea Getică** 267—278

P. Eftimescu şi R. Brătianu : **Contribuţii la îmbunătăţirea calităţii prăjinilor de pompare în scopul diversificării folosirii acestora, în diferite condiţii de exploatare. I** 279—284

I. Stanciu : **Emulsiile apă — ţiţei ca fluide nenewtoniene. I. Studiu reologic experimental** 285—289

I. Ciolan: **Calculul entalpiei benzinei** 290—292

Şt. Despa, D. Ciocotoiu, V. Ciort şi D. Grigoriu: **Unele consideraţii privind condiţiile tehnologice de funcţionare a separatoarelor de gaze la instalaţiile ce lucrează sub presiune de $H_2$** 293—297

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca şi I. Solacolu: **Pilele cu hidrocarburi — formă superioară de valorificare a combustibililor naturali. III. Randamentele conversiei energiei chimice a hidrocarburilor în sistemele cu reformare externă şi internă** 298—301

M. J. Săvulescu şi D. Raşeev: **Aspecte ale ruperii fragile şi prevenirea ei la construcţiile metalice ale instalaţiilor de foraj** 302—311

**Notă tehnică: Perfecţionarea staţiilor de protecţie catodică** 312

**Cronică** 297

**Realizări din industrie** 313—314

**Documentare** 314—321

**Informaţii tehnico-economice** 321—323

**Recenzii** 323

# RAFINĂRIA TELEAJEN

**Str. Mihai Bravu nr. 217**
**Telefon: 10700**

**Produce**
**pentru export:**

- uleiuri pentru motoare auto, în diverse sortimente și nivele de aditivare:
  SAE 10 W; SAE 10 W/30;
  SAE 20 W; SAE 20W/40;
  SAE 30; SAE 40 și SAE 50
- uleiuri pentru locomotive Diesel în sortimentele:
  DS 30
  DS 40
- Uleiuri pentru angrenaje auto:
  SAE 80 — EP
  SAE 90 — EP
  SAE 140 —EP

RAFINĂRIA TELEAJEN

Centrala industrială
pentru prelucrarea țițeiului
**PLOIEȘTI**
Telex: 019 275
Telefon: 10 500

# CONTENTS


G. PÂRVU

**A Study of Palaeocurrents at the Level of the Miocene between Olt — Olteț — Getic Depression** 267

P. EFTIMESCU, R. BRĂTIANU

**Contribution to the Improvement of the Quality of Sucker Rods in Order to Diversify their Use under Different Exploitation Conditions. I. Special Steels and Manufacturing Technologies** 279

I. STANCIU

**The Water — Crude Oil Emulsions as Non-Newtonian Fluids. An Experimental Rheological Study** 285

I. CIOLAN

**The Benzine Enthalpy Calculus** 290

ȘT. DESPA, D. CIOCOTOIU, V. CIORT, D. GRIGORIU

**Some Considerations concerning the Technological Working Conditions of Gas Separators in Installations Working under Hydrogen Pressure** 293

M. MAVRODIN—TĂRĂBÎC, I. ONACA, I. SOLACOLU

**The Hydrocarbon Cells as a Superior Way of Turning into Account the Natural Fuels. III. The Chemical Energy Conversion Yields of Hydrocarbons in the External and Internal Reforming Systems** 298

M. J. SĂVULESCU, D. RAȘEEV

**Some Aspects of Fragile Breaking and the Way of Preventing It in the Metal Structures of Drilling Rigs** 302


G. Pârvu: **A Study of Palaeocurrents at the Level of the Miocene between Olt-Olteț — Getic Depression**


One of the factors which decisively influenced the lithological and petrographical characters of the sedimentary Miocene deposits from the Olt-Olteț — Getic Depression zone consists in the transport agents, i.e. the palaeocurrents. In the mentioned zone, these are represented by rolling tractive currents and by turbidity currents. The transport of the detritus by the currents took place along two directions (NNE and NNW), with possibilities of reciprocal intersection, a fact which favoured the selective gravitational depositions in the intersection point and, implicitely, the lateral facies changes. The latter have also been influenced by the high flood periods superposed on quiet sedimentation periods



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 267
D.C. 551.782.13


P. Eftimescu, R. Brătianu: **Contribution to the Improvement of the Quality of Sucker Rods in Order to Diversify their Use under Different Exploitation Conditions. I. Special Steels and Manufacturing Technologies**


The sucker rods are subject during the exploitation process to alternating loads which have some repercussions on their functioning duration. It has been attempted to increase the working capacity of rod suckers by making them out of high-quality steels and by applying new treatment and processing technologies. The paper points out the steels suggested which have been placed in 6 groups according to the working medium conditions and pumping loads. By using correlation indexes it has been calculated for each group the fatigue limit strength which has to be taken into consideration on establishing the dimensions of sucker rods. The corresponding Smith-type diagrams were traced for these 6 steel groups and a brief description is given of the phases of an up-to-date manufacturing process of these rods.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 279
D.C. 622.276.53


I. Ciolan: **The Benzine Enthalpy Calculus**


The paper describes the way of obtaining an equation for calculating the enthalpy of benzines in liquid or vapour phase. The numerical values of the constants of the equation as related to the aggregation state, temperature field and benzine density are also presented.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 290
D.C. 665.633:536.722


Șt. Despa, D. Ciocotoiu, V. Ciort, D. Grigoriu: **Some Considerations concerning the Technological Working Conditions of Gas Separators in Installations Working under Hydrogen Pressure**


The paper discusses the influence of the working conditions in the gas separators of installations working under hydrogen pressure on the recovery and turning to account of the light hydrocarbons contained in the effluent of these installations. The necessity is pointed out of intercalating a medium-pressure separator in the circuit of the effluent and the way of establishing the optimum working pressure in this separator is described.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 293
D.C. 66.074.46


M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu: **The Hydrocarbon Cells as a Superior Way of Turning into Account the Natural Fuels. III. The Chemical Energy Conversion Yields of Hydrocarbons in the External and Internal Reforming Systems**


Some considerations are made concerning the yields of chemical energy conversion of the natural fuels into electrical energy obtained in the hydrocarbon cells with external reforming systems and with cells incorporated in the anodic compartment of the cell.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 293
D.C. 669.69:621.352.6


M. J. Săvulescu, D. Rașeev: **Some Aspects of Fragile Breaking and the Way of Preventing It in the Metal Structures of Drilling Rigs**


On the basis of critical studies on the weldability of some steels, the possibility is examined of using these steels for building the derricks and substructures of drilling rigs. The results obtained allow to appreciate and rationally choose the steels for the respective structures and thus to improve the designing and increase the exploitation safety of these installations.



Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 302
D.C. 622.24.05

# СОДЕРЖАНИЕ


Г. ПЫРВУ

**Изучение палеопотоков на уровне миоцена между р. Олтом и Олтецом. Гетская депрессия** 267

П. ЕФТИМЕСКУ, Р. БРЭТИАНУ

**К вопросу улучшения качества насосных штанг с целью разновидного их использования в различных условия эксплуатаций. I** 279

И. СТАНЧУ

**Эмульсии вода- нефть как неньютоновые флюиды. Реологическое опытное изучение** 285

И. ЧИОЛАН

**Расчет энталпии бензина** 290

Шт. ДЕСПА, Д. ЧИОКОТОЮ, В. ЧИОРТ, Д. ГРИГОРИУ

**Ряд соображений относительно технологических условий работы газосепараторов у установок работающих под давлением водорода** 293

М. МАВРОДИН-ТЭРЭБЫК, И. ОНАКА, И. СОЛАКОЛУ

**Батареи с углеводородами-высшая форма освоения природного топлива. III. Выход конверсии химической энергии углеводородов в системе внешнего и внутреннего реформинга** 298

М. Ж. СЭВУЛЕСКУ, Д. РАШЕЕВ

**Аспекты по поломке и её предупреждение в металлических конструкциях буровых установок** 302


Г. Пырву: **Изучение палеопотоков на уровне миоцена между р. Олтом и Олтецом. Гетская депрессия**


Одним из решающих факторов которые воздействовали на литологические и петрографические характеристики осадочных миоценовых отложений из зоны Олт—Олтец из Гетской депрессии являются транспортные агенты-палеопотоки. В упомянутой зоне они представляются двигающимися, рулирующимися потоками и вихревыми потоками. Перенос детрита потоками происходит по двум направлениям (ССВ—и ССЗ) с возможным взаимным пересечением, что благоприятствует селективным гравитационным отложениям, в точке пересечения, а также боковым изменениям фаций. На эти последние повлияли и периоды прорыва воды которые совпадали с спокоиными периодами отложений.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr, 5, p. 267
Д.К. 551.782.13


П. Ефтимеску, Р. Брэтиану: **К вопросу улучшения качества насосных штанг с целью разновидного их использования в различных условиях эксплуатаций. I**


Насосные штанги подвергаются во время процесса эксплуатации переменным нагрузкам, которые влияют на продолжительность их работы. Старались повысить работоспособность насосных штанг изготовлением их из стали высшего качества и применением новых технологий по обработке. В работе указываются рекомендуемые стали которые были включены в 6 групп соответствующих условиям рабочей среды и нагрузки насоса. Для каждой группы высчитали, применяя показатели корреляции, предельное сопротивление усталости которое необходимо учитывать при расчете размеров колонны буровых штанг. Нанесли также соответствующие диаграммы типа Смит для этих 6 групп стали и изложили вкратце фазы современного технологического изготовления этих штанг.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 279
Д.К. 622.276.53


И. Чиолан: **Расчет энталпии бензина**


В статье приводится способ получения уравнения для расчета энталпии бензинов в жидкой или в паровой фазах. Указываются также, числовые величины констант уравнения соответствующие состоянию скопления, область температуры и плотность бензинов.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 290
Д.К. 665.633:536.722


Шт. Деспа, Д. Чиокотою, В. Чиорт, Д. Григориу: **Ряд соображений относительно технологических условий работы газосепараторов у установок работающих под давлением водорода**


В работе обсуждается влияние рабочих условий в газосепараторах установок которые работают под водородным давлением, на возмещение и освоение легких углеводородов содержащихся при вытекании из этих установок. Указывается на необходимость включения сепаратора среднего давления в вытекающем потоке и описывается способ установления оптимального рабочего давления в таком сепараторе.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 293
Д.К. 66.074.46


М. Мавродин— Тэрэбык, И. Онака, И. Солаколу: **Батареи с углеводородами-высшая форма освоения природного топлива. III. Выход конверсии химической энергии углеводородов в системе внешнего и внутреннего реформинга.**


Приводятся соображения относительно выхода конверсии химической энергии природного топлива в электрическую энергию реализированной в батереях с углеводородами с системами внешнего реформинга и включенной в анодном отделе батареи.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 298
Д.К. 669.69:621.352.6


М. Ж. Сэвулеску, Д. Рашеев: **Аспекты по поломке и её предупреждение в металлических конструкциях буровых установок.**


На основании критического исследования сплавляемости некоторых сталей, расматривается возможность их использования для конструкций вышек и субконструкций буровых установок. Полученные результаты дают возможность рационально оценить и выбрать стали для соответствующих конструкций что обеспечивает улучшение проектирования и повышает надежность в эксплуатации этих установок.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr, 5, p. 302
Д.К. 622.24.05

# INHALT


G. PÂRVU

**Untersuchung der Paläoströmungen an der Aufsatzhöhe des Miozäns zwischen den Flüssen Olt und Olteț — Getische Depression** 267

P.EFTIMESCU, R. BRĂTIANU

**Beiträge zur Qualitätsverbesserung der Pumpgestänge im Hinblick auf deren vielseitigen Einsatz unter verschiedenen Betriebsbedingungen. I** 279

I. STANCIU

**Wasser-Erdölemulsionen als Newtonsche Flüssigkeiten Rheologische Experimentalstudie** 285

I. CIOLAN

**Berechnung der Bildungswärme des Benzins** 290

Șt. DESPA, D. CIOCOTOIU, V. CIORT, D. GRIGORIU

**Einige Erwägungen in bezug auf die technologischen Betriebsbedingungen der Gasseparatoren in Anlagen, die unter Wasserstoffdruck arbeiten** 293

M. MAVRODIN–TĂRĂBÎC, I. ONACA, I. SOLACOLU

**Kohlenwasserstoffzellen — überlegene Nutzungsform natürlicher Brennstoffe. III. Wirkungsgrad der Umsetzung der chemischen Energie der Kohlenwasserstoffe in den Systemen mit äusserer und innerer Rückbildung** 298

M. J. SĂVULESCU, D.RAȘEEV

**Aspekte des Sprödigkeitsbruchs und dessen Vorbeugung an den Metallkonstruktionen der Bohranlagen** 302


G. Pârvu : **Untersuchung der Paläoströmungen an der Aufsatzhöhe des Miozäns zwischen den Flüssen Olt und Olteț-Getische Depression**

Ein Faktor mit entscheidendem Einfluss auf den lithologischen und petrographischen Charakter der miozänischen Absetzungen im Gebiet Olt-Olteț — Getische Depression — bilden die Fördermittel, die sogenannten Paläoströmungen. Im erwähnten Abschnitt handelt es sich um Zug-und Rollströmungen sowie um Wirbelströmungen. Die Geröllbeförderung durch diese Strömungen erfolgte in zwei Richtungen (NNO und NNW), mit der Möglichkeit einer gegenseitigen Überschneidung, wodurch eine gravitational-selektive Absetzung am Überschneidungspunkt und damit verbunden, eine seitliche Faziesänderung begünstigt war. Letztere war auch durch die Hochwasserperioden beeinflusst, die die ruhigen Absetzungsperioden überlagerten.


Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 267
D.K. 551.782.13


P. Eftimescu, R. Brătianu: **Beiträge zur Qualitätsverbesserung der Pumpgestänge im Hinblick auf deren vielseitigen Einsatz unter verschiedenen Betriebsbedingungen. I**

Das Pumpgestänge ist während des Betriebs abwechselnder Belastungen ausgesetzt, die sich auf die Betriebsdauer dieser Analgen negativ auswirken. Es wurde der Versuch unternommen, die Betriebsdauer des Pumpgestänges zu verlängern, idem als Werkstoff hochqualitativer Stahl verwendet und, neue Fertigungstechnologien, Behandlungsarten und Bearbeitungsverfahren angewandt wurden. Die Verfasser empfehlen die betreffenden Werkstähle, die entsprechend der Arbeitsverhältnisse und der Pumpbelastung in sechs Gruppen gegliedert wurden. Aufgrund von Korrelationskennziffern wurden für jede Gruppe die Grenzwerte der Ermüdungserscheinungen, die bei der Bemassung des Bohrgestänges in Betracht gezogen werden müssen, berechnet. Auch wurden die entsprechenden Diagramme Typ Smith für die sechs Stahlgruppen aufgezeichnet und die Phasen eines modernen Fertigungsprozesses für diese Art von Gestänge kurz beschrieben.


Petrol și Gaze, **24** 1973, nr. 5, p. 279
D.K. 622.276.53


I. Ciolan: **Berechnung der Bildungswärme des Benzins**

Es wird die Ermittlungsweise einer Gleichnug für die Berechnung der Bildungswärme der Benzine in flüssiger oder dampfförmiger Phase dargelegt. Ferner werden die Zahlenwerte der Gleichungskonstanten im Verhältnis zum Aggregatzustand, dem Temperaturbereich und der Dichte der Benzine angeführt.


Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 290
D.K. 665.633:536.722


Șt. Despa, D. Ciocotoiu, V. Ciort, D. Grigoriu: **Einige Erwägungen in bezug auf die technologischen Betriebsbedingungen der Gasseparatoren in Anlagen die unter Wasserstoffdruck arbeiten**

Es wird der Einfluss der Arbeitsbedingungen in Gasseparatoren der Anlagen, die unter Wasserstoffdruck arbeiten, auf die Rückgewinnung und Verwertung der leichten Kohlenwasserstoffe untersucht, die sich Ablauf dieser Anlagen befinden. Es wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, in den Ablaufkreis einen Mitteldruckseparator zwischenzuschalten. Ferner wird die Bestimmungsweise des optimalen Arbeitsdrucks in diesem Separator beschrieben.


Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 293
D.K. 66.074.46


M. Mavrodin–Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu: **Kohlenwasserstoffzellen — überlegene Nutzungsform natürlicher Brennstoffe. III. Wirkungsgrad der Umsetzung der chemischen Energie der Kohlenwasserstoffe in den Systemen mit äusserer und innerer Rückbildung**

Die Verfasser analysieren den Wirkungsgrad der Umsetzung der chemischen Energie natürlicher Brennstoffe in elektrische Energie, mit Hilfe der Kohlenwasserstoffzellen mit Systemen die ausserhalb und innerhalb des anodischen Gefachs der Zelle eingebaut sind.


Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 298
D.K. 669.69:621.3526.


M. J. Săvulescu, D. Rașeev: **Aspekte des Sprödigkeitsbruchs und dessen Vorbeugung an den Metallkonstruktionen der Bohranlagen**

Aufgrund kritischer Untersuchungen der Verschweissbarkeit einiger Stähle wird die Möglichkeit ihrer Verwendung beim Bau der Bohrtürme und am Unterbau der Bohranlagen analysiert. Die erzielten Ergebnisse ermöglichen die Bewertung und rationelle Auswahl der Stähle für die betreffenden Konstruktionen, wodurch eine Verbesserung in der Entwurfstätigkeit und eine erhöte Betriebssicherheit dieser Anlagen gewährleistet werden.


Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 302
D.K. 622.24.05

# SOMMAIRE


G. PÂRVU

**Etude des paléocourants au niveau du Miocène entre l'Olt et l'Olteţ — Dépression Gétique** 267

P. EFTIMESCU, R. BRĂTIANU

**Contribution à l'amélioration de la qualité des tiges de pompage en vue d'en diversifier l'utilisation dans différentes conditions d'exploitation. I. Aciers spéciaux et technologies de fabrication** 279

I. STANCIU

**Les émulsions eau — brut en tant que fluides non-newtoniens. Etude rhéologique expérimentale** 285

I. CIOLAN

**Le calcul de l'enthalpie de l'essence** 290

Şt. DESPA, D. CIOCOTOIU, V. CIORT, D. GRIGORIU

**Quelques considérations sur les conditions technologiques de fonctionnement des séparateurs de gaz dans les installations travaillant sous pression d'hydrogène** 293

M. MAVRODIN – TĂRĂBÎC, I. ONACA, I. SOLACOLU

**Les piles aux hydrocarbures en tant que forme supérieure de mise en valeur des combustibles naturels. III. Les rendements de la conversion de l'énergie chimique des hydrocarbures dans les systèmes à reforming extérieur et intérieur** 298

M. J. SĂVULESCU, D. RAŞEEV

**Aspects de la rupture fragile et la manière de la prévenir chez les constructions métalliques des installations de forage** 302


G. Pârvu : **Etude des paléocourants au niveau du Miocène entre l'Olt et l'Olteţ — Dépression Gétique**


Un des facteurs qui ont influencé de façon décisive les caractères lithologiques et pétrographiques des dépôts sédimentaires miocènes de la zone Olt-Olteţ — Dépression Gétique consiste dans les agents de transport — les paléocourants. Dans la zone mentionnée , ceux-ci sont représentés par des courants tractifs par roulage et par des courants de turbidité. Le transport du détritus par les courants s'effectue selon deux directions (NNE et NNW) avec des possibilités d'intersection réciproque, ce qui a favorisé les dépôts gravitationnels sélectifs au point d'intersection et, implicitement, des changements latéraux de facies. Ces derniers ont en outre été influencés par les périodes de grandes crues, qui se superposaient aux périodes tranquilles de sédimentation.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 267
C.D. 551.782.13


P. Eftimescu, R. Brătianu : **Contribution à l'amélioration de la qualité des tiges de pompage en vue d'en diversifier l'utilisation dans différentes conditions d'exploitation. I. Aciers spéciaux et technologies de fabrication**


Les tiges de pompage sont soumises pendant le processus d'exploitation à des charges alternatives, qui ont des répercussions sur la durée de fonctionnement. On s'est efforcé d'accroître la capacité de travail des tiges de pompage en utilisant pour les confectionner des aciers de qualité supérieure et en appliquant des technologies nouvelles de traitement et d'usinage. On indique dans l'article les huiles recommandées qui ont été placées dans six groupes selon les conditions du milieu de travail et les charges de pompage. Pour chaque groupe, on a calculé, en utilisant les indices de corrélation, la résistance limite à la fatigue qui doit être prise en considération lorsqu'on établit les dimensions des trains de tiges. On a tracé également les diagrammes correspondants du type Smith pour ces six groupes d'aciers et on a sommairement exposé les phases d'un processus technologique moderne de fabrication de ces tiges.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 279
C.D. 622.276.53


I. Ciolan : **Le calcul de l'enthalpie de l'essence**


L'article présente la manière d'obtenir une équation pour calculer l'enthalpie des essences en phase liquide ou de vapeur. On présente également les valeurs numériques des constantes de l'équation rapportées à l'état d'agrégation, au domaine de température et à la densité des essences.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 290
C.D. 665.633:536.722


Şt. Despa, D. Ciocotoiu, V. Ciort, D. Grigoriu : **Quelques considérations sur les conditions technologiques de fonctionnement des séparateurs de gaz dans les installations travaillant sous pression d'hydrogène**


On discute l'influence des conditions de travail des séparateurs de gaz des installations travaillant sous pression d'hydrogène sur la récupération et la mise en valeur des hydrocarbures légers contenus dans l'effluent de ces installations. On fait ressortir la nécessité d'intercaler un séparateur de moyenne pression dans le circuit de l'effluent et on décrit la manière d'établir la pression optimum de travail dans ce séparateur



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 293
C.D. 66.074.46


M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu : **Les piles aux hydrocarbures, en tant que forme supérieure de mise en valeur des combustibles naturels III. Les rendements de la conversion de l'énergie chimique des hydrocarbures dans les systèmes à reforming extérieur et intérieur**


On fait des considérations sur les rendements de la conversion de l'énergie chimique des combustibles naturels en énergie électrique, réalisés dans les piles aux hydrocarbures à systèmes de reforming extérieurs et incorporés dans le compartiment anodique de la pile.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 298
C.D. 669.69:621.352.6


M. J. Săvulescu, D. Raşeev : **Aspects de la rupture fragile et la manière de la prévenir chez les constructions métalliques des installations de forage**


Sur la base de l'étude critique de la soudabilité de certains aciers, on examine la possibilité de les utiliser dans la construction des derricks et des substructures des installations de forage. Les résultats obtenus permettent d'apprécier, et de choisir de façon rationnelle les aciers pour les constructions respectives, ce qui permet de mieux établir les projets et d'accroître la sécurité dans l'exploitation de ces insallations.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 5, p. 302
C.D. 622.24.05

# Studiul paleocurenţilor la nivelul Miocenului dintre Olt şi Olteţ. Depresiunea Getică

G. Pârvu

Răspîndirea şi dispunerea în spaţiu a rocilor sedimentare miocene din cuprinsul Depresiunii Getice s-au efectuat după anumite legi impuse de ridicarea lanţului carpatic şi, implicit, de agenţii de transport.

Mişcările tectonice provocate de orogeneza alpină au constituit, de fapt, factorul de bază în determinarea caracterelor formaţiunilor geologice, atît în ceea ce priveşte procesul de sedimentare propriu-zis, cît şi în ceea ce priveşte aranjamentul lor în spaţiu, ca : distribuţia în cuprinsul ariilor de sedimentare şi raporturile geometrice reciproce.

Ridicarea şi cutarea anumitor zone a atras după sine mărirea intensităţii activităţii de eroziune şi deci posibilitatea de acumulare a unor sedimente cu grosimi considerabile. Depozitele cu caracter de molasă din Miocen îşi găsesc explicaţia în acest proces de origine tectonică.

O influenţă hotărîtoare asupra condiţiilor de sedimentare şi deci asupra litofaciesurilor au avut-o şi agenţii de transport-paleocurenţii, ale căror caractere vor fi descrise în cele ce urmează. Pentru descrierea lor a fost necesar să se efectueze o serie de măsurători granulometrice, observaţii morfoscopice şi măsurători de orientare a mecanoglifelor şi a axelor lungi (axa *a*) ale galeţilor. Toate acestea au dat posibilitatea recunoaşterii agenţilor de transport, precum şi a mediului de depunere.

## 1. Paleocurenţii în Burdigalian

Atît în conglomeratele şi pietrişurile de tipul Valea Oltului, cît şi în cele de tipul Măgura Slătiorului nu au fost întîlnite mecanoglife, datorită structurii şi texturii acestor roci.

Direcţiile de transport au fost stabilite pe baza direcţiilor de orientare ale axelor lungi—*a*—ale galeţilor întîlniţi atît în conglomerate, cît şi în pietrişuri. Măsurătorile acestor axe s-au efectuat selectiv, pe galeţi mai mari de 6 cm şi al căror raport *a*/*b* este de cel puţin 1,5/1 (tabela 1).

În general, s-a stabilit că axele lungi ale galenţilor se dispun, preferenţial, paralel cu presupusa direcţie de curgere (transport), fiind înclinate totdeauna în susul curentului.

Această tendinţă a galeţilor de a se orienta şi dispune cu axele lungi în paralel cu direcţia de curgere, înclinînd totodată în susul curentului, a fost evidenţiată, de fapt, în toate aflorimentele de pietrişuri şi conglomerate întîlnite în cuprinsul zonei dintre Olt şi Olteţ, indiferent de termenul stratigrafic al miocenului în care se situează.

După cartodiagrama paleocurenţilor (fig. 1), construită pe baza datelor rezultate din măsurătorile efectuate asupra galeţilor, reiese că materialul psefitic al conglomeratelor şi pietrişurilor de tipul valea Oltului şi Măgura Slătiorului a fost transportat dinspre nord nord-est şi nord—nord-vest spre sud cu foarte mici şi rare deviaţii de la această direcţie (tabela 1).

Gradul foarte scăzut de sortare a conglomeratelor şi pietrişurilor (0,3 — 0,5) (fig. 2) şi prezenţa lentilelor argiloase din cuprinsul lor presupun un caracter mixt al curenţilor de transport : curenţi tractivi şi curenţi de turbiditate.

Din examinarea morfoscopică a elementelor psefitice care, în majoritatea lor sînt rotunjite (rulate), prezentînd ciupituri produse prin ciocniri reciproce (fig. 3) şi numai sporadic se observă zgîrieturi pe feţe (fig. 4), se deduce că materialul elastic a fost transportat de către curenţii *tractivi prin rulare* şi cu totul subordonat prin tîrîre. Se exclude deci transportul prin intermediul curenţilor tractivi prin rulare pe fund, în care axele lungi ale galeţilor se dispun perpendicular pe direcţii de curgere, iar galeţii au habitus fusiform.

Deoarece raportul *a*/*b* este totdeauna supraunitar, atingînd foarte rar cifra 2, se presupune că depunerea materialului detritic s-a făcut destul de rapid. Această presupunere este susţinută şi de prezenţa lentilelor argiloase de dimensiuni mici şi a unor galeţi argiloşi care îşi justifică prezenţa numai printr-o depunere rapidă.

Raportate la ariile largi de răspîndire şi la grosimile mari ale depozitelor miocene din Depresiunea Getică, conglomeratele şi pietrişurile burdigaliene au o dezvoltare relativ limitată şi reprezintă depozitele proluviale ale unei reţele hidrografice tinere, cu forţă de eroziune considerabilă, care debuşa în mare sau în lagune.

TABELA 1

**Parametrii galeților întîlniți în depozitele Burdigalianului. Zona Olt-Olteț, Depresiunea Getică**

| Nr. crt. | Profilul | Axa lungă, *a*, cm | Axa mică, *b*, cm | Raportul *a/b* | Azimutul axei, *a* | Obs. morfoscopice |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V. Cerna + afluenții | 15 | 10 | 1,5 | 183 | are zgîrieturi |
| 2 | V. Cerna + afluenții | 22 | 12 | 1,8 | 185 | are ciupituri |
| 3 | V. Cerna + afluenții | 19 | 12 | 1,6 | 183 | are ciupituri |
| 4 | V. Cerna + afluenții | 27 | 14 | 1,9 | 187 | are ciupituri |
| 5 | V. Cerna + afluenții | 30 | 17 | 1,8 | 190 | — |
| 6 | V. Cerna + afluenții | 13 | 9 | 1,4 | 177 | are ciupituri și zgîrieturi |
| 7 | V. Cerna + afluenții | 9 | 5 | 1,8 | 180 | are ciupituri și zgîrieturi |
| 8 | V. Cerna + afluenții | 6 | 4 | 1,5 | 188 | are ciupituri |
| 9 | V. Cerna + afluenții | 31 | 16 | 1,9 | 184 | are ciupituri |
| 10 | V. Cerna + afluenții | 20 | 15 | 1,3 | 179 | — |
| 11 | V. Cerna + afluenții | 12 | 7 | 1,7 | 181 | — |
| 12 | V. Jghiabului + afluenții | 39 | 26,5 | 1,5 | 208 | are ciupituri |
| 13 | V. Jghiabului + afluenții | 51,5 | 31 | 1,6 | 210 | are ciupituri |
| 14 | V. Jghiabului + afluenții | 48 | 26,5 | 1,8 | 210 | — |
| 15 | V. Jghiabului + afluenții | 48 | 24 | 2 | 216 | — |
| 16 | V. Jghiabului + afluenții | 16 | 10,5 | 1,6 | 211 | are ciupituri și zgîrieturi |
| 17 | V. Jghiabului + afluenții | 16 | 9 | 1,7 | 218 | are ciupituri și zgîrieturi |
| 18 | V. Jghiabului + afluenții | 8,5 | 6 | 1,7 | 220 | — |
| 19 | V. Jghiabului + afluenții | 11,5 | 6,5 | 1,7 | 216 | — |
| 20 | V. Jghiabului + afluenții | 17 | 9,5 | 1,8 | 216 | are ciupituri |
| 21 | V. Jghiabului + afluenții | 23,5 | 11,6 | 1,7 | 209 | — |
| 22 | V. Jghiabului + afluenții | 19,5 | 10,5 | 1,9 | 213 | are ciupituri |
| 23 | V. Jghiabului + afluenții | 21 | 10,5 | 2 | 240 | — |

Privite prin prisma aspectului economic petrolifer, conglomeratele și pietrișurile burdigaliene, datorită structurii și texturii lor nu prezintă interes, deoarece posibilitățile formării unor capcane litologice au fost practic nule.

## 2. Paleocurenții în Helvețian și Sarmațian

Structura și textura litofaciesurilor helveției și sarmației au permis identificarea, în cuprinsul lor, atît a mecanoglifelor, cît și a galeților, aceștia avînd dimensiuni ceva mai mici decît cei din burdigalian.

Mecanoglifele măsurate au fost identificate pe fața inferioară a rocilor psamitice helveției și sarmației. Majoritatea lor sînt mulaje ale urmelor de eroziune de tipul flute castsurilor (fig. 5, 6 și 7) și mai rar de tipul groove castsurilor (fig. 8,9, 10 și 11).

Spre deosebire de gresiile sarmației, la gresiile helveției mecanoglifele de tipul flute castsurilor se întîlnesc mai des, ele fiind uneori asociate cu urme de tîrîre de tipul tool marks (fig. 12), produse de diverse corpuri rigide aflate pe suprafața fundului mîlos.

Din prelucrarea măsurătorilor s-a observat că orientarea mecanoglifelor identificate în Helveția prezintă azimute cu valori apropiate de ale celor identificate în Sarmațian. Aceasta a dus, în final, la construirea unor cartodiagrame ale paleocurenților cu caracteristici de asemenea, apropiate, uneori mergînd pînă la identitate (fig. 13 și 14) .

O mică excepție s-a observat în partea superioară a sarmațianului, unde s-a constatat o dispersie ușoară a direcțiilor de transport.

Direcțiile curenților de transport obținute prin metoda măsurării mecanoglifelor au fost

verificate prin construirea unor diagrame obţinute pe baza măsurării axelor lungi ale galeţilor întîlniţi atît în depozitele Helveţianului, cît şi în cele ale Sarmaţianului (tabelele 2 şi 3). Rezultatele obţinute sînt foarte asemănătoare, diagramele suprapunîndu-se aproape perfect (fig. 13 şi 14).

Observaţiile de ordin structural şi textural efectuate asupra litofaciesurilor, în general, şi a detritusului, în special, prezenţa unor galeţi,

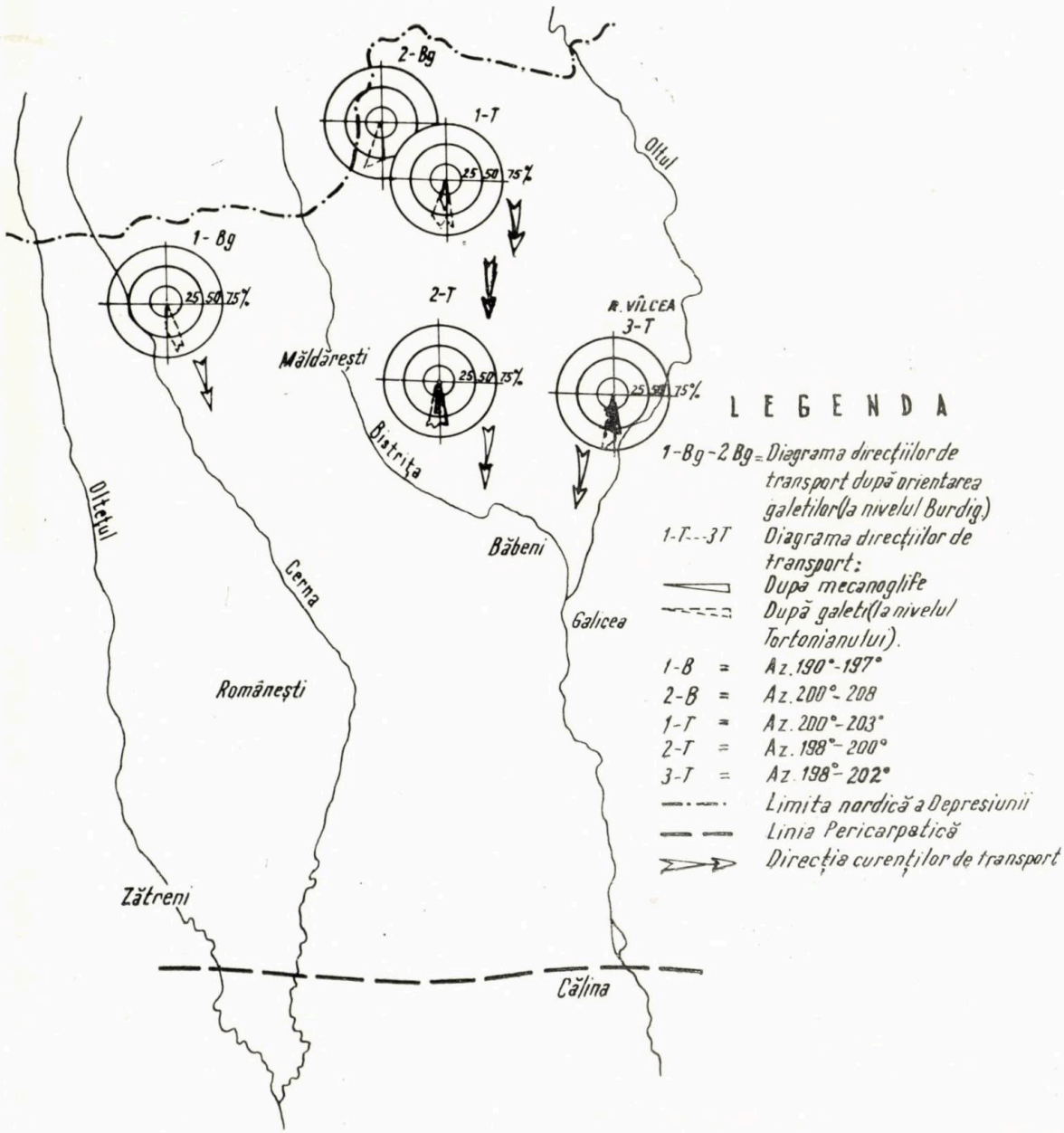



Fig. 1. Cartograma paleocurenţilor la nivelul burdigalianului şi tortonianului.

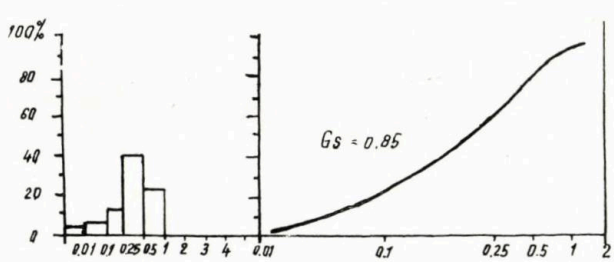



Fig. 2. Histograma, curba cumulativă Gs. mediu pentru depozitele Burdigaliene. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

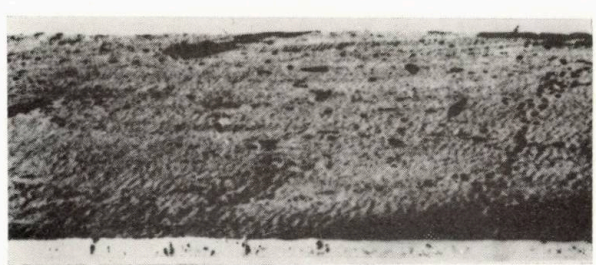


Fig. 3. Ciupituri pe suprafaţa unui galet din conglom. Burdigalianului. Măgura Slătiorului. Depresiunea Getică.

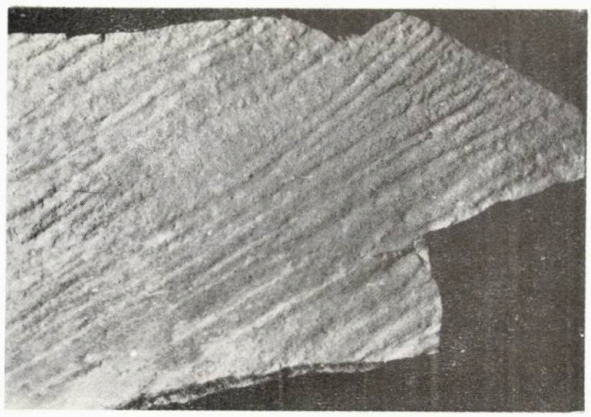


Fig. 4. Striaţiuni pe suprafaţa unui galet din conglom. Burdigalianului. Măgura Slătiorului Depresiunea Getică.

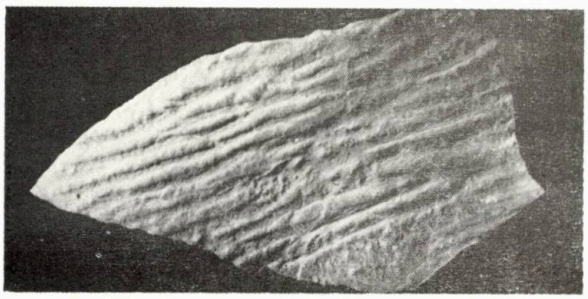


Fig. 5. Mulaje ale urmelor de eroziune de tipul flute-casts. Helveţian inf. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

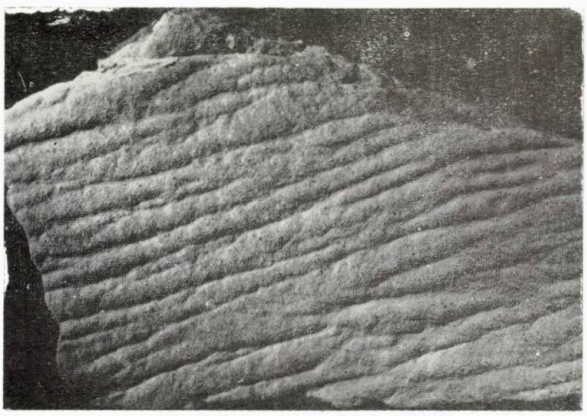


Fig. 6. Mulaje ale urmelor de eroziune de tipul flute-casts. Helveţian sup. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

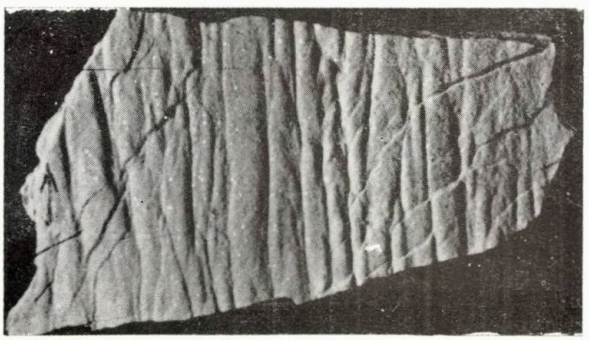


Fig. 7. Mulaje ale urmelor de eroziune de tipul flute-casts. Sarmaţian. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

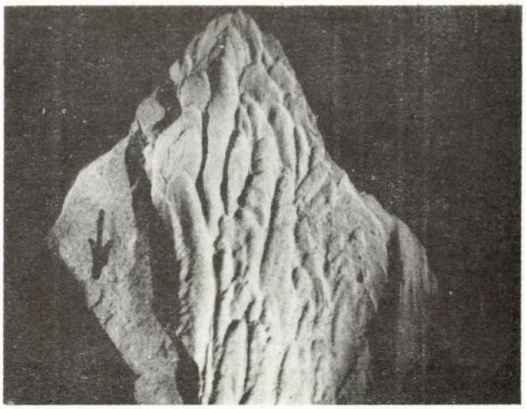


Fig. 8. Mecanoglife de tipul groove casts. Helveţian inf. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

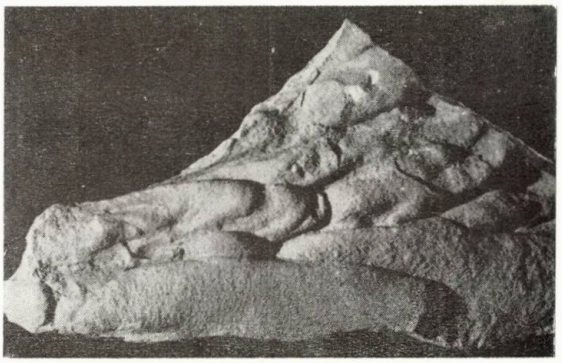


Fig. 9. Mecanoglife de tipul groove casts. Helveţian Sup. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

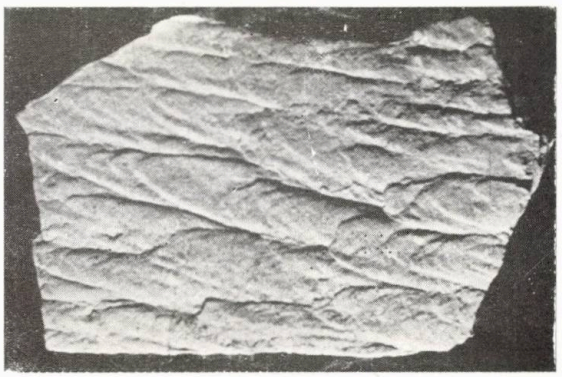


Fig. 10. Mecanoglife de tipul groove casts. Sarmaţian inf. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

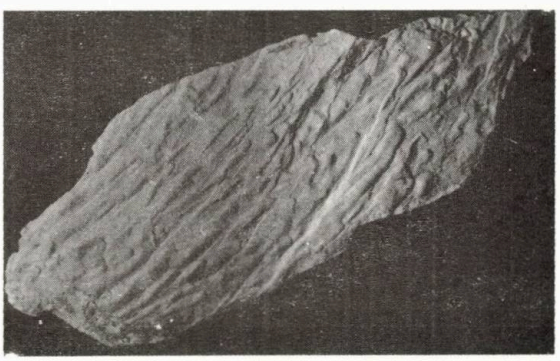


Fig. 11. Mecanoglife de tipul groove casts. Sarmaţian sup. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

Fig. 12. Mecanoglife de tipul tool marks produse prin tîrîrea unor fragmente cărbunoase. Helveţian sup. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea getică.

dispunerea în spaţiu a elementelor detritice, caracterul heterogen al matricei argiloase (tabelele 4, 5, 6 şi 7), prezenţa unor ciupituri şi a unor slabe zgîrieturi pe suprafaţa granulelor şi galeţilor (fig. 15 şi 16 *a* şi *b*), gradul slab de rotunjire (fig. 17 şi 18) şi sortare (fig. 19) ne-au determinat să precizăm caracterul curenţilor de transport, aceştia încadrîndu-se în categoria curenţilor de turbiditate. Forţa lor pare să fi fost suficient de mare, deoarece au reuşit să depună, în acelaşi timp şi la distanţe egale, un material clastic de dimensiuni variate (cazul pietrişurilor helveţianului inferior şi superior, care includ numeroase lentile de nisipuri şi care, de regulă, conţin fragmente de psamite dispersate în toată masa lor).

Şocul declanşator al curenţilor de turbiditate a fost cauzat , desigur , de mişcările şi

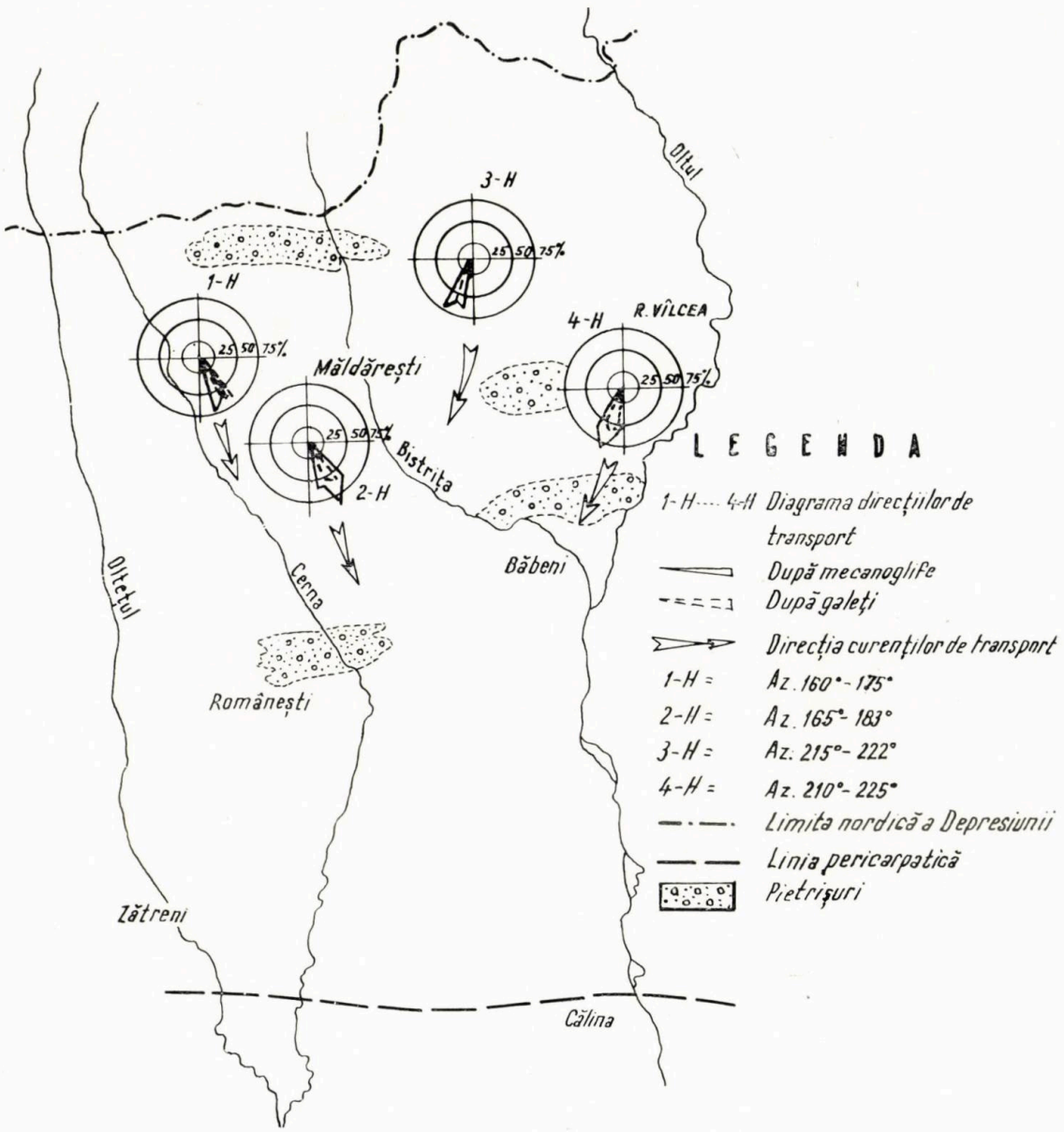



Fig. 13. Cartodiagrama paleocurenţilor la nivelul Helveţianului.

ridicările orogenice. Caracterul alternativ al depozitelor miocene-psamite-pelite, arăta că, în intervalul de timp dintre doi curenți de turbiditate succesivi se instala o fază de sedimentare liniștită, în care depunerile fine, pelagice, înlo-

se găsește aproximativ în procente egale, atît sub formă cristalină, cît și sub formă coloidală.

Schimbările laterale de facies le punem, în egală măsură, atît pe seama ridicărilor orogenice care activizau eroziunea, cît și pe seama

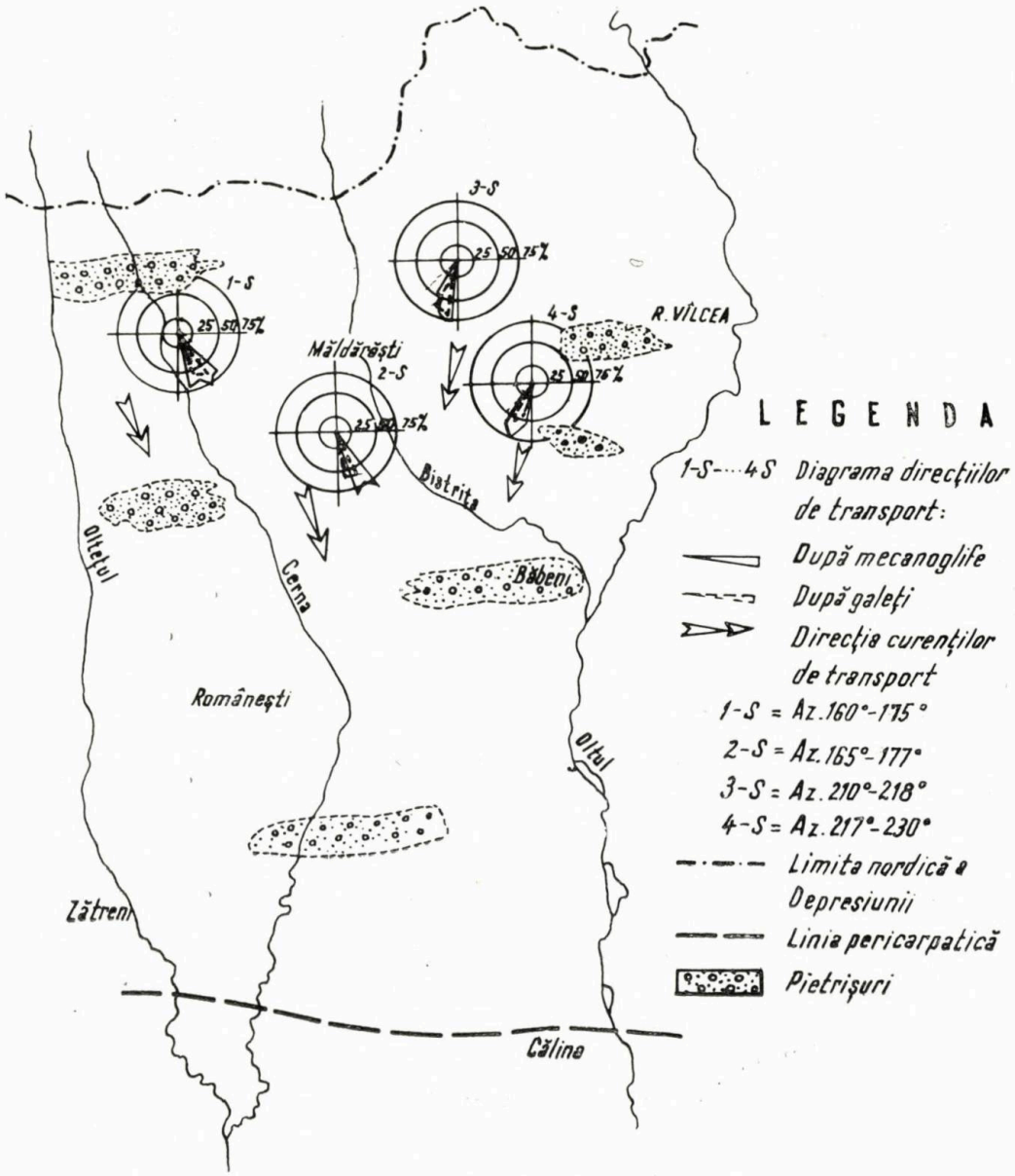



Fig. 14. Cartodiagrama paleocurenților la nivelul Sarmațianului.

cuiesc pe cele psamitice. Psamitele, de regulă, au o matrice argiloasă, eterogenă mineralogic și granulometric. Această eterogenitate este caracteristică liantului rocilor slab sortate, depuse într-un bazin cu ape mai puțin adînci, în care sedimentele au fost depuse rapid, prin intermediul curenților de turbiditate sau viiturilor. În acest mod sedimentele au avut o scurtă durată de trecere prin faza diagenetică, ceea ce nu a permis cristalizarea intensă a mineralelor argiloase, astfel că argila din matrice

perioadelor de viitură a apelor curgătoare, care se suprapuneau fazelor liniștite de sedimentare. Perioada de vîrf a viiturilor ar corespunde materialului mai grosier, de regulă mai redus ca volum și suprafață, iar perioada de ameliorare a viiturii corespunde materialului psamitic, în general.

Răspîndirea oarecum haotică pe orizontală și pe verticală a pietrișurilor helveține și sarmațiene și dispunerea lor, de regulă, sub formă lenticulară cu dimensiuni foarte variate,

TABELA 2

**Parametrii galeţilor întîlniţi în depozitele helveţianului. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică**

| Nr. crt. | Profilul | Axa lungă *a*, cm, | Axa mică *b*, cm | Raportul *a/b* | Azimutul axei *a* | Obs. morfoscopice |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V. Cerna + afluenţii | 17,5 | 7,5 | 1,9 | 160 | are zgîrieturi |
| 2 | V. Cerna + afluenţii | 7 | 4 | 1,7 | 164 | are ciupituri |
| 3 | V. Cerna + afluenţii | 21,5 | 10,5 | 2 | 171 | — |
| 4 | V. Cerna + afluenţii | 20 | 15,5 | 1,3 | 175 | are ciupituri |
| 5 | V. Cerna + afluenţii | 12 | 6,5 | 1,9 | 170 | — |
| 6 | V. Luncavăţului | 12 | 7 | 1,8 | 167 | — |
| 7 | V. Luncavăţului | 19,5 | 11,5 | 1,7 | 170 | are ciupituri şi zgîrieturi |
| 8 | V. Luncavăţului | 44,5 | 26,5 | 2,6 | 164 | are ciupituri |
| 9 | V. Luncavăţului | 32 | 16 | 2 | 162 | — |
| 10 | V. Luncavăţului | 17 | 10,5 | 1,7 | 179 | — |
| 11 | V. Luncavăţului | 17,5 | 12,5 | 1,4 | 100 | — |
| 12 | V. Luncavăţului | 11,5 | 6,5 | 1,7 | 175 | — |
| 13 | V. Otasau + afluenţii | 15,5 | 7,5 | 2 | 210 | are ciupituri |
| 14 | V. Otasau + afluenţii | 13 | 8,5 | 1,6 | 216 | are ciupituri |
| 15 | V. Otasau + afluenţii | 8 | 4,5 | 2 | 213 | are ciupituri |
| 16 | V. Otasau + afluenţii | 8,5 | 4,5 | 2 | 225 | — |
| 17 | v. Otasau + afluenţii | 9,4 | 5 | 1,8 | 217 | — |
| 18 | V. Oltului + afluenţii | 8,5 | 6 | 1,4 | 220 | — |
| 19 | V. Oltului + afluenţii | 13 | 7 | 1,9 | 218 | are ciupituri |
| 20 | V. Oltului + afluenţii | 14 | 6,5 | 2,1 | 217 | — |
| 21 | V. Oltului + afluenţii | 17,5 | 2,3 | 1,9 | 213 | — |
| 22 | V. Oltului + afluenţii | 17,5 | 10,5 | 1,7 | 209 | — |
| 23 | V. Oltului + afluenţii | 11,5 | 6,5 | 1,8 | 209 | are ciupituri |

(fig. 13, 14) pot fi puse şi pe seama intersectării reciproce a direcţiilor de curenţi.

Din cartodiagramele paleocurenţilor la nivelul Helveţianului şi Sarmaţianului (fig. 13 şi 14) se observă că direcţiile de transport ale paleocurenţilor prezintă orientări NNE—SSV şi NNV—SSE, ce ar fi putut da posibilitatea intersectării a cel puţin doi curenţi de transport.

În perimetrul de intersecţie reciprocă a doi sau mai mulţi curenţi de transport, vitezele acestora au scăzut considerabil, mergînd pînă la anihilare, fapt care a facilitat depunerea gravitaţională selectivă a detritusului: detritusul grosier din grupa psefitelor s-a depus rapid, rămînînd în suspensie numai cel din grupa psamitelor şi mai mici, care s-au depus ulterior îmbrăcînd psefitele.

Pe de altă parte, în interiorul bazinului de sedimentare schimbarea direcţiilor de transport ale curenţilor s-a datorat, în bună măsură, şi existenţei unor ridicări care au constituit noi arii-surse de alimentare cu sedimente. De exemplu, ridicările Băbeni şi Romăneşti au constituit obstacole puternice în calea curenţilor de transport.

În acelaşi timp aceste ridicări au generat o serie de microcurenţi de transport, unii dintre ei fiind opuşi, vectorial, curenţilor de transport propriu-zişi. Nu este exclus ca din joncţiunea acestor microcurenţi cu curenţii propriu-zişi să se fi produs o serie de procese hidrodinamice asemănătoare celor rezultate din intersectarea a doi sau mai mulţi curenţi de transport şi, ca urmare, să se fi depus, selectiv, materialul grosier psefitic, iar cel mai fin, psamitic şi mai mic, să fi rămas în suspensie, depunîndu-se ulterior. Aceasta ar fi o nouă cale pentru explicarea repetatelor schimbări laterale de facies întîlnite la nivelul Helveţianului şi îndeosebi la nivelul Sarmaţianului.

Schimbările laterale de facies, rezultate fie în urma perioadelor de viitură, fie în urma intersectării curenţilor de transport sau a joncţiunii acestora cu microcurenţii, prezintă

TABELA 3

**Parametrii galeţilor întîlniţi în depozitele Sarmaţiene Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică**

| Nr. crt. | Profilul | Axa lungă *a*, cm | Axa mică *b*, cm | Raportul *a/b* | Azimutul axei *a* | Obs. morfoscopice |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V. Cerna + afluenţii | 14 | 7,5 | 1,9 | 160 | — |
| 2 | V. Cerna + afluenţii | 15 | 10,7 | 1,5 | 168 | — |
| 3 | V. Cerna + afluenţii | 17,5 | 7,5 | 1,9 | 171 | — |
| 4 | V. Cerna + afluenţii | 21,5 | 12 | 1,8 | 170 | — |
| 5 | v. Cerna + afluenţii | 19 | 13,5 | 1,4 | 163 | are zgîrieturi |
| 6 | V. Cerna + afluenţii | 11 | 5 | 2 | 159 | are ciupituri |
| 7 | V. Cerna + afluenţii | 11 | 6 | 1,8 | 177 | are ciupituri |
| 8 | V. Luncavăţului | 11,5 | 7 | 1,7 | 173 | are ciupituri şi zgîrieturi |
| 9 | V. Luncavăţului | 13 | 6,5 | 1,9 | 165 | are ciupituri |
| 10 | V. Luncavăţului | 20 | 15 | 1,3 | 167 | — |
| 11 | V. Luncavăţului | 38 | 26 | 1,5 | 162 | — |
| 12 | V. Luncavăţului | 16 | 10 | 1,6 | 169 | — |
| 13 | V. Luncavăţului | 12 | 7 | 1,8 | 173 | — |
| 14 | V. Otasaului+afluenţii | 32 | 16 | 2 | 215 | — |
| 15 | V. Otasaului+afluenţii | 17 | 10,5 | 1,7 | 209 | — |
| 16 | V. Otasaului+afluenţii | 13 | 8,5 | 1,6 | 215 | are ciupituri |
| 17 | V. Otasaului+afluenţii | 8,5 | 4,5 | 2 | 218 | are ciupituri |
| 18 | V. Otasaului+afluenţii | 20 | 15,5 | 1,3 | 217 | are ciupituri şi zgîrieturi |
| 19 | V. Otasaului+afluenţii | 16 | 10 | 1,6 | 230 | — |
| 20 | V. Otasaului+afluenţii | 6,5 | 4 | 1,5 | 229 | are ciupituri |
| 21 | V. Oltului + afluenţii | 16,5 | 10 | 1,6 | 225 | are ciupituri |
| 22 | V. Oltului + afluenţii | 23 | 11 | 2,1 | 224 | are ciupituri |
| 23 | V. Oltului + afluenţii | 14 | 7 | 2 | 218 | are ciupituri |
| 24 | V. Oltului + afluenţii | 13,5 | 7,5 | 1,9 | 227 | — |
| 25 | V. Oltului + afluenţii | 10,5 | 6 | 1,4 | 221 | — |

o deosebită importanţă practică, ele fiind susceptibile de a forma o serie de capcane litologice care nu pot fi depistate şi urmărite decît printr-un studiu sedimentologic sistematic şi de amănunt.

Condiţiile de sedimentare cu totul caracteristice pentru depozitele Helveţianului şi Sarmaţianului din zona studiată nu exclud posibilitatea existenţei unor capcane litologice chiar în axele sinclinalelor.

### 3. Paleocurenţii în Tortonian

Din cartodiagrama reprezentată în figura 1 reiese că, în Tortonian, transportul sedimentelor de la aria-sursă în bazinul de sedimentare se efectua aproximativ pe direcţia N—S (tabela 8), direcţie cu totul deosebită de cea a curenţilor din Burdigalian, Helveţian şi Sarmaţian.

Observaţiile de ordin petrografic şi mineralogic efectuate asupra psamitelor şi psefitelor întîlnite: granulometrie, grad de sortare (fig. 20), grad de rulare (fig. 21), morfoscopie, eterogenitatea mineralogică şi granulometrică a matricei (tabela 9), ca şi structura acesteia au scos în evidenţă caracterul turbiditic al curenţilor de transport.

Grosimea, în general mai mare, a alternanţelor pelitice în raport cu cele psamitice şi psefitice denotă că perioadele de linişte dintre doi curenţi de turbiditate erau mult mai lungi, comparativ cu cele din Helveţian şi Sarmaţian.

De asemenea, trecerile laterale de facies, care sînt mai rar întîlnite în Tortonian, se traduc prin lipsa unor perioade de viituri a apelor curgătoare care să se suprapună perioadelor liniştite de sedimentare, precum şi lipsei posi-

**Asociaţia mineralelor argiloase din matricea psamitelor Helveţianului inferior. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică** TABELA 4

| Nr. crt. | I | r corectat | θ | Sin θ | 2 Sin θ | d | Mineralul |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 13,6 | 13°36′ | 023514 | 057628 | 4.1166 | illit |
| 2 | 3 | 15,4 | 15°24′ | 026556 | 053112 | 3.6451 | illit |
| 3 | 5 | 16,4 | 16°24′ | 028234 | 056468 | 3.4284 | montmorillonit |
| 4 | 3 | 22,4 | 22°24′ | 028107 | 076214 | 2.5401 | montmorillonit |
| 5 | 4 | 21,8 | 21°48′ | 037137 | 074274 | 2.0747 | whewelit |
| 6 | 3 | 29,3 | 29°18′ | 048938 | 097876 | 1.9780 | muscovit |
| 7 | 8 | 39,1 | 39°6′ | 063068 | 126136 | 1.5348 | glauconit |
| 8 | 6 | 25,5 | 25°30′ | 043041 | 086102 | 1.7897 | nacrit |
| 9 | 5 | 39 | 39° | 062932 | 125864 | 1.5381 | clorit |
| 10 | 8 | 44,8 | 44°48′ | 070463 | 140926 | 1.3737 | caolinit |

TABELA 5

**Asociaţia mineralelor argiloase din matricea psamitelor Helveţianului superior. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică**

| Nr. crt. | I | r corectat | θ | Sin θ | 2 Sin θ | d | Mineralul |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 13,1 | 13°6′ | 022665 | 045330 | 4.2709 | montmorill |
| 2 | 2 | 15,5 | 15°30′ | 026724 | 053448 | 3.6222 | illit |
| 3 | 4 | 16,4 | 16°24′ | 028234 | 056468 | 3.4284 | montmorill |
| 4 | 6 | 23,5 | 23°30′ | 039875 | 079750 | 2.4275 | clorit |
| 5 | 3 | 39 | 39° | 062932 | 125864 | 1.5381 | muscovit |
| 6 | 3 | 35,7 | 35°42′ | 058534 | 116708 | 1.6588 | nontronit |
| 7 | 5 | 30,6 | 30°36′ | 050904 | 101808 | 1.5136 | sepiolit |
| 8 | 8 | 39,1 | 59,°6′ | 063068 | 126136 | 1.5348 | glauconit |
| 9 | 8 | 44,8 | 44°48′ | 070460 | 140926 | 1.3737 | caolinit |
| 10 | 9 | 45,2 | 45°12′ | 070957 | 141914 | 1.3642 | flogopit |

TABELA 6

**Asociaţia mineralelor argiloase din matricea psamitelor Sarmaţianului inferior (buglovian-volhinian) Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică**

| Nr. crt. | I | r corectat | θ | Sin θ | 2 Sin θ | d | Mineralul |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 12,7 | 12°42′ | 021985 | 043970 | 4.4030 | caolinit |
| 2 | 9 | 17,1 | 17°6′ | 29404 | 058808 | 3.2920 | illit |
| 3 | 8 | 17,3 | 17°18′ | 029737 | 059474 | 3.2552 | attapulgit |
| 4 | 6 | 23,5 | 23°30′ | 039875 | 079750 | 2.4275 | clorit |
| 5 | 4 | 29,3 | 29°18′ | 048938 | 097876 | 1.9780 | muscovit |
| 6 | 3 | 40,1 | 40°6′ | 064412 | 128824 | 1.5028 | beidelit |
| 7 | 2 | 29,1 | 29°6′ | 048634 | 097268 | 1.9903 | monotermit |
| 8 | 9 | 45,1 | 45°6′ | 070834 | 141668 | 1.3665 | nacrit |
| 9 | 8 | 45,2 | 45°12′ | 070957 | 141914 | 1.3642 | lepidomelan |

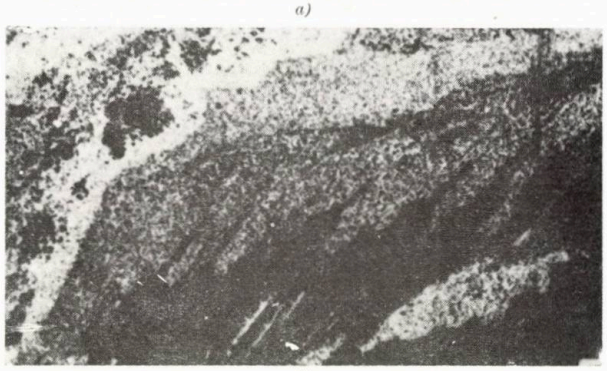
TABELA 7

**Asociaţia mineralelor argiloase din matricea psamitelor Sarmaţianului mediu-superior (bessarabian-kersonian). Depresiunea Getică**

| Nr. crt. | I | r corectat | θ | Sin θ | 2 Sin θ | d | Mineralul |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 15,6 | 15°36′ | 026892 | 050784 | 3.5995 | illit |
| 2 | 9 | 17,2 | 17°12′ | 029571 | 059142 | 3.2734 | illit |
| 3 | 8 | 17,4 | 17°24′ | 029904 | 059808 | 3.2370 | attapulgit |
| 4 | 4 | 12,9 | 12°54′ | 022325 | 044650 | 3.4512 | sericit |
| 5 | 2 | 22,4 | 22°24′ | 038107 | 076214 | 2.5402 | montmorillonit |
| 6 | 4 | 25,5 | 25°30′ | 043051 | 086102 | 2.2484 | caolinit |
| 7 | 4 | 29,6 | 29°36′ | 049394 | 098788 | 1.9597 | muscovit |
| 8 | 7 | 32,5 | 32°30′ | 053750 | 107460 | 1.8016 | dickit |
| 9 | 2 | 50,0 | 40° | 064279 | 128558 | 1.5059 | clorit |
| 10 | 8 | 45,2 | 45°12′ | 070954 | 141914 | 1.3642 | lepidomelan |

Fig. 15. Ciupituri pe suprafaţa granulelor psamitice din depozitele Helveţiene. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

*a)*



*b)*

Fig. 16. Striaţiuni pe suprafaţa unor granule psamitice (a) din depozitele Sarmaţiene şi a unor galeţi (b). Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

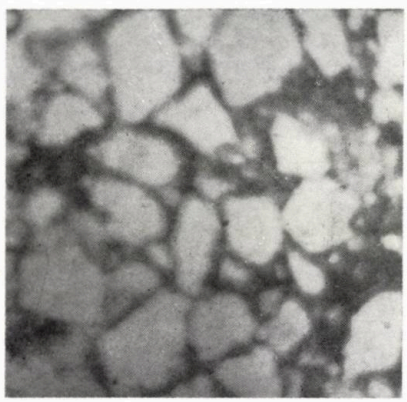


Fig. 17. Psamit Helveţian. Detritusul este colţuros-subcolţuros, slab sortat. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

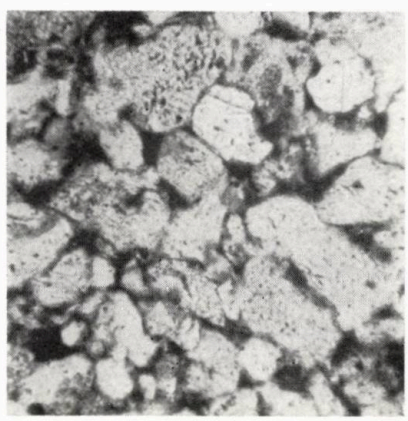


Fig. 18. Psamit Sarmaţian. Detritusul este colţuros-subcolţuros, slab sortat. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

bilităţilor de intersectare a curenţilor de transport, aceştia avînd direcţiile paralele.

În acest context, existenţa unor capcane litologice la nivelul Tortonianului pare greu de presupus.

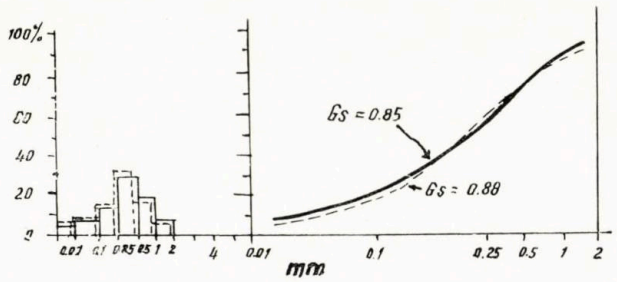



Fig. 19. Histograme, curbe cumulative şi Gs mediu pentru psamitele Helveţiene şi Sarmaţiene din Depresiunea Getică:
– – – – psamitele Helveţiene; ——— psamitele Sarmaţiene.

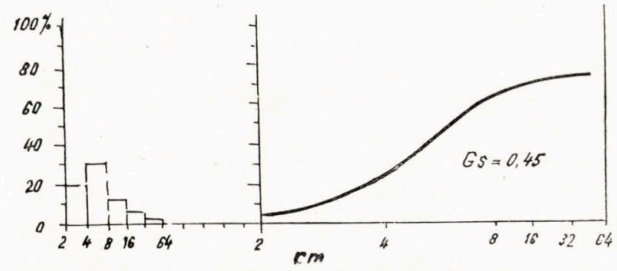



Fig. 20. Histograma, curba cumulativă şi Gs mediu pentru psamitele Tortoniene. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

Fig. 21. Psamit Tortonian. Detritusul este colţuros-subcolţuros, slab sortat. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică.

**Parametrii galeţilor întîlniţi în depozitele Tortoniene. Zona Olt-Olteţ. Depresiunea Getică** TABELA 8

| Nr. crt. | Profilul | Axa lungă *a*, cm | Axa mică *b*, cm | Raportul *a/b* | Azimutul axei a | Obs. morfoscopice |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Valea Bistriţa | 14,2 | 7 | 2 | 202 | are ciupituri |
| 2 | ,, ,, | 7,4 | 5 | 1,5 | 199 | — |
| 3 | ,, ,, | 9,2 | 5 | 1,8 | 200 | — |
| 4 | Valea Otăsău | 13 | 6 | 2,1 | 201 | — |
| 5 | ,, ,, | 16 | 9 | 1,8 | 198 | — |
| 6 | ,, ,, | 14,5 | 9 | 1,6 | 200 | — |
| 7 | ,, ,, | 10,4 | 7 | 1,5 | 198 | are ciupituri |
| 8 | Valea Govora | 11 | 7 | 1,6 | 201 | — |
| 9 | ,, ,, | 10 | 5 | 2 | 200 | — |
| 10 | ,, ,, | 7 | 4,4 | 1,6 | 200 | — |

**Asociaţia mineralelor argiloase din matricea psamitelor Tortoniene. Zona Olt- Olteţ. Depresiunea Getică** TABELA 9

| Nr. crt. | I | *r* corectat | θ | Sin θ | 2 Sin θ | *d* | Mineralul |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 15,4 | 15°24′ | 026556 | 053112 | 3.6451 | illit |
| 2 | 4 | 16,1 | 16°6′ | 027731 | 055462 | 3.4906 | attapulgit |
| 3 | 6 | 18 | 18° | 030902 | 061804 | 2.4933 | whewelit |
| 4 | 5 | 32,5 | 32°30′ | 053730 | 107460 | 1.7340 | montmorilonit |
| 5 | 8 | 45 | 45° | 070711 | 141422 | 1.3689 | nacrit |
| 6 | 2 | 40,3 | 40°18′ | 064689 | 129358 | 1.1912 | clorit |

## 4. Concluzii

Pe baza observațiilor de teren și de laborator s-au stabilit următoarele :

— materialul detritic ce constituie rocile sedimentare miocene din regiunea cuprinsă între rîurile Olt și Olteț a fost transportat în bazinul de sedimentare prin intermediul curenților de turbiditate și a curenților tractivi, prin rulare. Transportul s-a efectuat de la NNE și NNV spre SSV și SSE pentru depozitele Burdigalianului, Helveţianului și Sarmaţianului, și de la nord spre sud, pentru depozitele Tortonianului ;

— existența a cel puțin două direcții de transport, cu tendința de intersectare reciprocă, a creat condiții favorabile unei depuneri locale, gravitațional-selective, ceea ce a dus la o accentuare a schimbărilor laterale de facies ;

— în majoritatea lor schimbările laterale de facies sînt o consecință firească a perioadelor de viituri ale apelor curgătoare ce s-au suprapus perioadelor de sedimentare liniștită ;

— schimbările laterale de facies rezultate în urma perioadelor de viituri și a intersectării reciproce a doi sau mai mulți curenți de transport sînt susceptibile de a forma o serie de capcane litologice, de interes practic, petrolifer.

### BIBLIOGRAFIE


1. D u m i t r i u, M. Observații privind orientarea galeților din conglomerate și pietrișuri. Com. Geol. a IV Sec. Comun. Științ. București, 1965.
2. D u m i t r i u , M. Cartodiagrama de paleocurenți a munților Perșani. (v. Vîrghișului și Măieruşului). Acad. R.P.R., Stud. cercet. Geol., **VII**/4—3, 1965.
3. L o v e l l, J. B. Control of slope on deposition from small scale turbidity currents : experimental results and possible geological significance. Sedimentology, **17** nr. 1/2, sept. 1971.
4. K e i t h S k i p p e r. Antidune cros-stratification in a turbidite sequence, Cloridorme formation, Quebec. Sedimentology, **17**, nr. 1/2, sept. 1971.

# CONTRIBUȚII LA ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII PRĂJINILOR DE POMPARE ÎN SCOPUL DIVERSIFICĂRII FOLOSIRII ACESTORA, ÎN DIFERITE CONDIȚII DE EXPLOATARE

## I. Oțeluri speciale și tehnologii de fabricație

**Paula Eftimescu și R. Brătianu**

**Calități de oțeluri**

Sistemul cel mai răspîndit de exploatare mecanizată a unui zăcămînt de țiței este exploatarea prin pompaj obișnuit, sistem care cuprinde o unitate de suprafață și o pompă de adîncime legate între ele prin prăjini de pompare. La noi, ca și în alte țări, acest sistem și-a găsit o largă aplicare, întrucît prezintă avantajul de a fi elastic , de a asigura o exploatare continuă, este simplu și economic, iar instalațiile sînt ușor de deservit și de reparat.

Cum în exploatarea unor sonde de țiței, extracția prin pompaj reprezintă perioada cea mai lungă, se înțelege că pentru o exploatare rațională și eficientă, de mare importanță este anduranța echipamentului respectiv. În componența acestui echipament garnitura de prăjini de pompare reprezintă un element atît de important, încît se apreciază că eficiența întregului sistem de extracție depinde, în mare parte, de calitatea acestor prăjini. Ca urmare a caracteristicilor lor mecanice, ele limitează sarcinile care pot fi transmise, limitează adîncimea de fixare a pompei și debitul zilnic ce se poate extrage. Dacă în principiul sistemului de pompare cu prăjini nu a intervenit nici o schimbare de la începuturile exploatării țițeiului și pînă în prezent, în domeniul materialelor și al tehnologiilor de fabricație a prăjinilor de pompare au intervenit schimbări esențiale, impuse de creșterea adîncimilor de pompare, de debitele mărite și agresivitatea fluidelor extrase în comparație cu acelea de la începuturile pompajului. Părerile asupra celei mai bune mărci de oțel în diferite condiții de exploatare încă nu s-au stabilit în mod definitiv, deoarece varietatea diferiților factori care însoțesc funcționarea prăjinilor de pompare este atît de vastă, încît alcătuirea unui „clasificator" este destul de dificilă.

Totuși, cercetările făcute în domeniul studiului oțelurilor pentru confecționarea prăjinilor de pompaj, precum și vasta experiență în domeniul folosirii prăjinilor în diferitele zăcăminte din lume au permis industriei petroliere să aleagă din marele număr de mărci de oțeluri existente pe acelea care s-au dovedit a fi cele mai indicate pentru confecționarea de prăjini de pompare, destinate exploatării unei anumite categorii de sonde.

Compoziția chimică, cifrele calitative mecanice, precum și recomandările de utilizare a prăjinilor de pompare confecționate din oțelurile selecționate sînt redate în tabela 1.

În această tabelă oțelurile respective au fost cuprinse în șase grupe mari, care pot satisface toate condițiile de utilizare — mediu de lucru și sarcini de pompare. Astfel, pentru mediu necorosiv și sarcini mici și mijlocii de pompare, oțelurile sînt cuprinse în grupa 1 ; ele sînt fie oțeluri carbon de calitate, fie oțeluri perlitice, aliate cu Mn. Pentru sarcini mari și foarte mari de pompare, oțelurile sînt cuprinse în grupa a 2-a.

Pentru mediu corosiv, în funcție de agresivitatea acestuia, oțelurile se găsesc grupate în celelalte patru categorii, și anume : în grupa a 3-a, pentru medii saline și sarcini mici și mijlocii de pompare, care cuprinde oțelurile cu conținut mic de carbon (0,15—0,20%), aliate cu Ni (1,5—2%) și Mo (0,20—0,30%), și în grupa a 4-a, pentru sarcini mari și foarte mari de pompare. În această grupă intră oțelurile aliate de tipul Mn-Ni-Cr-Mo.

Pentru mediu salin contaminat cu $CO_2$ și sarcini mijlocii și mari de pompare oțelurile sînt cuprinse în grupa a 5-a și sînt aliate cu Cr și Ni. În sfîrșit, grupa a 6-a cuprinde oțelurile pentru mediu salin contaminat cu $H_2S$ și sarcini mijlocii și mari de pompare. Ele sînt oțeluri cu conținut mic de carbon (0,18—0,20%) și mijlociu de Ni (3,25—3,75 %).

Oțelurile din aceeași grupă sînt asemănătoare din punctul de vedere al compoziției chimice și sînt tratate termic la același nivel al rezistenței mecanice.

Se observă că, pentru lucrul în medii chiar puternic corosive, oțelurile sînt aliate cu Ni și Mo, elemente care reduc efectul coroziunii, așa încît rezistența remanentă este sensibil superioară cifrei corespunzătoare de la oțelurile obișnuite. Așa se explică și faptul că ele sînt recomandate a fi utilizate la sarcini mari de pompare, deși rezistența lor specifică este chiar

Tabela 1

**Caracteristici mecanice şi analize chimice ale principalelor oţeluri recomandate pentru confecţionarea de prăjini de pompare**

| Condiţii de utilizare | | Grupa | Tara producătoare sau firma | Marca oţel | Compoziţia chimică, % | | | | | Cifre calitative mecanice | | | | | | | | | Natura tratament. termice |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mediu | sarcini | | | | C | Mn | Ni | Cr | Mo | limita de curgere kgf/mm² | rezistenţa la rupere kgf/mm² | alungirea la rupere, % | | | gîtuirea, % | duritate Brinell, kgf/mm² | Limita de oboseală aer $\sigma-1$ ⊕ | $\frac{\sigma-i}{\sigma r}$ | |
| | | | | | | | | | | | | 2 in | 8 in | 8d | | | | | |
| | | | OŢEL CARBON DE CALITATE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIU NECOROSIV | SARCINI MICI ŞI MIJLOCII DE POMPARE | | U.R.S.S. | 40U | 0,35<br>0,45 | 0,5<br>0,8 | | | | 32 | 57 | | | 16 | 45 | 217 | 30 | 0,53 | N |
| | | | Salzgitter | | 0,4<br>0,5 | 0,5<br>0,8 | | | | 40/50 | 65/80 | | | 18/25 | | 197/232 | | | N |
| | | | OŢEL ALIAT CU MANGAN CU CONŢINUT MIC ŞI MEDIU DE MANGAN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | Uz. Mec. Cîmpina | 35M16 | 0,32<br>0,40 | 1,4<br>1,8 | | | | 45 | 70 | | | 14 | 50 | 200 | 34 | 0,48 | N |
| | | | Schoeller Bleckmann | VM125 | 0,28<br>0,35 | 1,3<br>1,5 | | | | 42,2 | 63,3 | | | 18 | 50 | | 36,4 | 0,57 | N |
| | | | Salzgitter | | 0,32<br>0,40 | 1,2<br>1,5 | | | | 42/48 | 70/77 | | | 20/25 | | 203/223 | | | N |
| | | | Continental | X1 | 0,30<br>0,37 | 1,2<br>1,5 | | | | 42/52,7 | 63,3/73,8 | 40/30 | 25/18 | | 66/55 | 180/210 | 36,5 | 0,53 | N |
| | | | Bethlehem | X2 | 0,30<br>0,37 | 1,20<br>1,50 | | | | 45,7/49,3 | 63,5/70,3 | 37/30 | | | 60/50 | 192/207 | | | N |
| | | | Jones | 2 | 0,30<br>0,37 | 1,20<br>1,50 | | | | 43,6/52,7 | 63,3/73,8 | 45/30 | 24/18 | | 70/60 | 180/210 | 38,9 | 0,55 | N |
| | | | National | 40 | 0,30<br>0,37 | 1,20<br>1,50 | | | | 42,2/52,7 | 66,8/73,8 | 30/40 | 25/18 | | 65/55 | 180/210 | 37 | 0,52 | N |
| | | | Norris | 30 | 0,30<br>0,37 | 1,20<br>1,50 | | | | 45,7/52,7 | 66,7/73,8 | | 23/18 | | 65/50 | 190/205 | 37 | 0,52 | N |
| | | | Oilwell | N | 0,30<br>0,37 | 1,20<br>1,50 | | | | 42/52,7 | 63,3/73,8 | 33/40 | 24/19 | | 68/53 | 185 | 36,5 | 0,53 | N |
| | | | Liberty | A | 0,35 | 1,35 | | | | 45,7/49,3 | 66,7/73,8 | | 18/23 | | 53/65 | 179/197 | 35 | 0,50 | N |
| | | | Salzgitter | C-Mn | 0,32<br>0,40 | 1,20<br>1,50 | | | | 45/53 | 73/83 | | | 20/25 | | 212/241 | | | C+r |
| | | | U.S.J. | S-60 | 0,25<br>0,31 | 1,05<br>1,40 | | | | 63,2/73,8 | 68,9/80,8 | | | 13/20 | 65/71 | 217/235 | 36 | 0,48 | C+r |
| | | | OŢEL MANGAN—CROM—MOLIBDEN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SARCINI MARI ŞI FOARTE MARI DE POMPARE | 2 | Continental | 3 | 0,36<br>0,45 | 0,70<br>1,00 | | 0,85<br>1,20 | 0,20<br>0,30 | 73,8/77,3 | 84,4/94,9 | 28/22 | 13/10 | | 60/50 | 255 | | | N+r |
| | | | U.S.J. | S 72 | 0,27<br>0,34 | 0,75<br>1,00 | 0,20<br>0,40 | 0,20<br>0,40 | 0,05<br>0,15 | 73,8/77,3 | 87,8/94,9 | | 10/12 | | 50/58 | 255 | | | C+r |
| | | | Bethlehem | 41 | 0,37<br>0,45 | 1,25<br>1,60 | | 0,60<br>0,90 | 0,20<br>0,30 | 73,8/77,3 | 84,4/94,9 | 28/22 | | | 55/50 | 280 | | | N+r |
| | | | Jones | 4 | 0,39<br>0,46 | 0,65<br>1,10 | | 0,75<br>1,20 | 0,15<br>0,25 | 66,7/73,8 | 84,3/98,4 | 25/15 | | | 65/50 | 230/270 | 49 | 0,53 | N+r |
| | | | National | 45 | 0,37<br>0,45 | 1,25<br>1,60 | | 0,60<br>0,90 | 0,70<br>0,30 | 70,3/80,8 | 84,3/94,9 | 28/22 | 13/10 | | 60/50 | 255/285 | | | N+r |
| | | | Norris | 78 | 0,37<br>0,45 | 0,70<br>1,10 | | 0,60<br>0,90 | 0,25<br>0,35 | 70,3/80,8 | 84,3/98,0 | | 15/10 | | 65/50 | 241/280 | 51 | 0,56 | N+r |
| | | | Oilwell | ,,0'' | 0,15<br>0,25 | 0,70<br>1,00 | 0,20<br>0,40 | 0,15<br>0,35 | 0,08<br>0,15 | 73,8/87,8 | 80,8/91,0 | 34/25 | 16/10 | | 72/60 | 265 | | | C+r |
| | | | Liberty | S | 0,42 | 0,50 | | 1,00 | 0,25 | 73,8/77,3 | 84/91 | | 15/11 | | 62/56 | 241/265 | | | N+r |
| | | | OŢEL—NICHEL—MOLIBDEN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIU COROSIV | MEDIU SALIN SARCINI MICI ŞI MIJLOCII DE POMPARE | 3 | U.R.S.S. | 20HN | 0,15<br>0,25 | | 1,5<br>2,0 | | 0,20<br>0,30 | 53 | 68 | | | 16 | 60 | 192/220 | 40 | 0,60 | N+r |
| | | | Schoeller Bleckmann | N2P | 0,13<br>0,23 | | 1,65<br>2,50 | | 0,20<br>0,30 | 49,2 | 57,8 | | | 20 | 60 | | | | N+r |
| | | | Continental | ×5 | 0,17<br>0,23 | | 1,65<br>2,0 | | 0,20<br>0,30 | 49,9/59,7 | 61,8/73,8 | 45/32 | 25/17 | | 70/60 | 176/217 | 42 | 0,62 | N+r |
| | | | Bethlehem | 46 | 0,18<br>0,23 | | 1,65<br>2,0 | | 0,20<br>0,30 | 47/52,7 | 57,6/63,2 | 38/35 | | | 68/63 | 170/187 | | | N+r |
| | | | Jones | 7 | 0,18<br>0,23 | | 1,65<br>2,0 | | 0,20<br>0,30 | 47/8/56,2 | 59,7/70,3 | 45/30 | 22/16 | | 70/60 | 179/210 | 36,9 | 0,57 | N+r |
| | | | National | 81 | 0,18<br>0,25 | | 1,65<br>2,0 | | 0,20<br>0,30 | 49,2/59,7 | 63,2/70,3 | 40/30 | 20/15 | | 70/60 | 180/205 | 37 | 0,56 | N+r |
| | | | Norris | 40 | 0,18<br>0,23 | | 1,65<br>2,0 | | 0,20<br>0,30 | 45,7/52,7 | 57,6/66,7 | | 25/18 | | 72/60 | 185/205 | 36 | 0,58 | N+r |
| | | | Liberty | NM | 0,20 | | 1,85 | | 0,25 | 47,8/54,8 | 61,1 | | 23/19 | | 60/67 | 183/197 | | | N+r |
| | | | U.S.I. | 59 | 0,17<br>0,22 | | 1,65<br>2,0 | | 0,20<br>0,30 | 50/53 | 60,0/67,0 | | 13/20 | | 64/71 | 217/235 | 38 | 0,60 | C+r |
| | | | Oilwel | T | 0,17<br>0,22 | | 1,65<br>2,0 | | 0,20<br>0,30 | 51,3/68,2 | 59,7/73,8 | 43/30 | 21/14 | | 80/70 | 196 | 39 | 0,58 | C+r |

*(continuare tabela 1)*

| Condiții de utilizare: mediu | Condiții de utilizare: sarcini | Grupa | Tara producătoare sau firma | Marca oțel | Compoziția chimică, % C | Mn | Ni | Cr | Mo | Cifre calitative mecanice: limita de curgere, kgf/mm² | rezistența la rupere, kgf/mm² | Alungirea la rupere, % 2 in | 8 in | 8 d | gîtuirea, % | duritate Brinell, kgf/mm² | Limita de oboseală aer σ-1 ⊕ | σ−i / σr | Natura tratament. termice |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MEDIU COROSIV | MEDIUL SALIN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SARCINI MARI ȘI FOARTE MARI DE POMPARE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | OȚEL — CROM — NICHEL | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | Schoeller Bleck-mann | HNC | 0,32 / 0,40 | | 1,40 / 1,70 | 0,50 / 0,70 | | 70,3 | 88,6 | | 12 | | 55 | | | | C+r |
| | | | Solzgitter | Cr-Ni | 0,32 / 0,40 | | 1,30 / 1,70 | 0,50 / 0,70 | | 65—75 | 80—95 | | 13/18 | | | 232—276 | | | C+r |
| | | | OȚEL — MANGAN — NICHEL — CROM — MOLIBDEN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Uz. Mec. Cîmpina | 34Mo CN15 | 0,30 / 0,38 | 0,40 / 0,70 | 1,40 / 1,70 | 1,40 / 1,70 | 0,15 / 0,30 | 90 | 110 | — | 11 | — | 50 | 250 | | | C+r |
| | | | Continental | ×8 | 0,22 | 1,15 | 1,50 | — | 0,30 | 73,8/84,3 | 84,3/94,9 | 34/24 | 13/11 | | 67/60 | 241/270 | | | N+r |
| | | | U.S.J. | S 77 | 0,17 / 0,22 | 0,45 / 0,65 | 1,65 / 2,00 | 0,70 / 0,90 | 0,20 / 0,30 | 80,8/87,8 | 84,3/94,9 | | 10/13 | | 58/62 | 255/285 | | | C+r |
| | | | Jones | 8 | 0,22 / 0,29 | 0,70 / 1,00 | 1,20 / 1,50 | 0,60 / 0,90 | 0,20 / 0,30 | 77,3/80,8 | 84,3/94,9 | 30/20 | 15/10 | | 60/50 | 240/285 | 43,5 | 0,55 | N+r |
| | | | National | 85 | 0,37 / 0,44 | 0,60 / 0,95 | 1,55 / 2,00 | 0,65 / 0,95 | 0,20 / 0,30 | 70,3/77,3 | 84,3/94,9 | 28/22 | 16/12 | | 55/50 | 262/293 | | | N+r |
| | | | Norris | 75 | 0,38 / 0,43 | 0,60 / 0,80 | 1,65 / 2,00 | 0,70 / 0,90 | 0,20 / 0,30 | 73,8/84,3 | 87,8/98,4 | | 10/15 | | 60/50 | 260/285 | | | N+r |
| | | | Liberty | HT | 0,39 | 0,70 | 1,80 | 0,80 | 0,25 | 07,3/77,3 | 84,3/91,4 | | 15/11 | | 63/55 | 241/265 | | | N+r |
| | MEDIU SALIN + $CO_2$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SARCINI MARI DE POMPARE | | OȚEL — CROM — NICHEL | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | U.S.J. | S 80 | 0,27 / 0,34 | 0,60 / 0,90 | 1,25 / 1,75 | 0,60 / 0,90 | | 45,7 | 66,8 | 33/39 | 14/15 | | 55/65 | 207 | | | N+r |
| | | | Bethlehem | X Mayari | 0,32 / 0,40 | 0,50 / 0,70 | 0,50 / 0,80 | 0,30 / 0,50 | | 42,2/55,7 | 63,3/66,8 | 35/32 | | | 60/50 | 174/192 | | | N+r |
| | | | Oilwell | L | 0,31 / 0,38 | 0,60 / 0,90 | 1,25 / 1,75 | 0,60 / 0,90 | | 45,6/63,3 | 66,7/77,3 | 38/33 | 19/14 | | 65/55 | 207 | 43,2 | 0,60 | N+r |
| | MEDIU SALIN + $H_2S$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SARCINI MIJLOCII ȘI MARI DE POMPARE | | OȚEL — NICHEL — MOLIBDEN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | Uz.Mec. Cîmpina | 20Mo N 35 | 0,18 / 0,23 | 0,40 / 0,70 | 3,25 / 3,75 | | 0,20 / 0,30 | 53 | 65 | | | 18 | 60 | 100 | 42 | 0,64 | N+r |
| | | | Schoeller Bleck-mann | N3P | max 0,20 | 0,40 / 0,70 | 3,25 / 3,75 | | 0,15 / 0,30 | 52,7 | 63,3 | | | 18 | 60 | 177,4 | | | N+r |
| | | | Salzgitter | N 13 | 0,10 / 0,15 | 0,80 / 0,95 | 3,25 / 3,75 | | 0,20 / 0,30 | 50/60 | 60/75 | | 20/25 | | | 174/218 | | | C+r |
| | | | National | Grod 91 | 0,14 / 0,19 | 0,40 / 0,60 | 3,25 / 3,75 | | 0,30 | 52,7 | 63,3 | | | | | 140 | | | N+r |
| | Sarcini f. mari | neuzual | OȚEL INOXIDABIL | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Schoeller Bleck-mann | ARD 3 | 0,35 / 0,42 | | 0,70 / 0,90 | 15,0 / 17,0 | 1,00 / 1,20 | 60 | 80 | | | 14 | 40 | | | | N+r |

ușor inferioară față de aceea a oțelurilor aliate cu Mn.

Valorile limitei de oboseală înscrisă în tabelă sînt cele rezultate la încercările de laborator făcute în aer, pe epruvete lustruite, netede, de dimensiuni normalizate, supuse la solicitări variabile de încovoiere rotativă — ciclu simetric. Ținînd seama de faptul că prăjinile de pompare sînt solicitate la cicluri oscilante de tracțiune, că ele lucrează în condițiile de acțiune corosivă a apelor sărate de zăcămînt și a gazelor, al căror efect este diferit în fiecare sondă, și că starea suprafeței prăjinilor, așa cum rezultă ea din laminare, conține numeroase neregularități, care sînt puncte de concentrare a eforturilor, valorile limitei de oboseală înscrise în tabelă nu pot fi luate în considerare la dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare. Condițiile în care lucrează de fapt prăjinile de pompare concură la reducerea limitei de oboseală reală a oțelurilor. Or, în laborator, nu se reușește să se reproducă toate condițiile de funcționare, astfel că limita de rezistență la oboseală determinată experimental să corespundă cu limita reală din timpul funcționării. De aceea s-a recurs la calcularea rezistenței la oboseală pe grupe de oțeluri, făcînd uz de „indicii de corelație", care iau în considerare toți factorii de influență.

Din calcule au rezultat pentru rezistența la oboseală a celor șase grupe de oțeluri stabilite valorile medii din tabela 2.

Cu ajutorul acestor date s-a trasat pentru fiecare grupă de oțel diagrama schematizată de tip Smith redată în figurile 1 și 2.

TABELA 2

| Grupa de oțeluri | $\sigma_{-1}$, kgf/mm² |
|---|---|
| I | 18 |
| II | 20,3 |
| III | 20,6 |
| IV | 20,0 |
| V | 17,3 |
| VI | 20,0 |

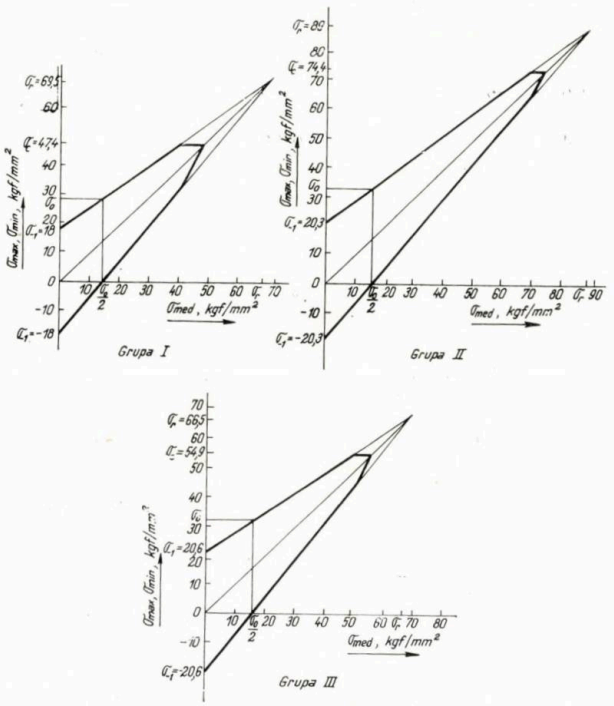



Fig. 1. Diagramele schematizate de tip Smith pentru oțelurile din grupele I, II, III.

Valoarea practică a acestor diagrame constă în aceea că se poate delimita domeniul de folosire a prăjinilor la solicitări variabile.

**Scurtă prezentare a tehnologiei de fabricație a prăjinilor de pompare**

Deși forma unei prăjini de pompare este destul de simplă, tehnologia de fabricație cuprinde numeroase operații, fiecare necesitînd un control amănunțit și atent, întrucît de la turnarea oțelului și pînă la introducerea în puț a prăjinii de pompare fiecare operație și fiecare detaliu este în stare să aducă un prejudiciu bunei comportări la lucru.

Oțelul destinat fabricării de prăjini de pompare este elaborat îngrijit, lipsit de impurități (S și P) și de incrustații nemetalice, care ar putea să afecteze compactitatea, respectiv rezistența lui.

Blocul de oțel turnat este laminat în bare la dimensiunile standardizate ale prăjinilor, acestea sînt controlate, pentru a nu avea defecte de

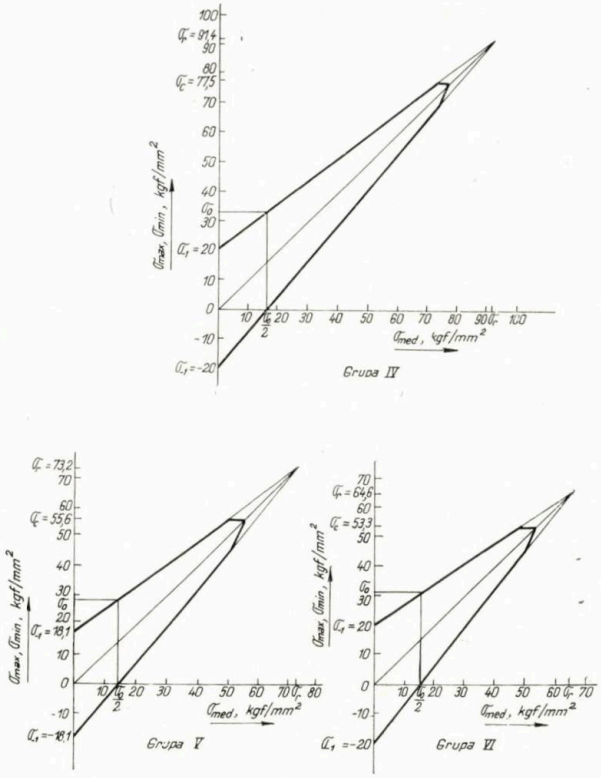



Fig. 2. Diagramele schematizate de tip Smith pentru oțelurile din grupele IV, V, VI.

suprafață sau fisuri care ar crea materialului o inferioritate la solicitările de oboseală.

Urmează apoi refularea, respectiv forjarea capetelor, care se execută în matrițe (prese) speciale, în trei-cinci trepte-operații, în funcție de dimensiunea prăjinii (fig. 3 redă diferitele aspecte din fazele de refulare a capetelor unor prăjini de 7/8 in în cursul a trei trepte).

În timpul acestor faze de refulare, pentru asigurarea plasticității, capetele de prăjini sînt încălzite. Operațiile sînt astfel coordonate, încît să realizeze distribuția cea mai favorabilă a fibrelor. Efectuarea acestor operații are loc, de asemenea, sub o supraveghere atentă, atît în ceea ce privește temperatura de încălzire, astfel încît să nu se producă decarburarea suprafeței, ceea ce ar reduce rezistența la oboseală, cît și în ceea ce privește starea fizică a aparaturii de matrițat și cantitatea de material introdusă în matriță, ca să nu apară la formare crăpături inelare în dreptul umflăturii, crăpături care conduc la rebutarea bucății respective. La ultima treaptă a refulării pe fiecare cap — pe pătrat — este imprimat simbolul uzinei furnizoare, tipul oțelului, dimensiunea, numărul șarjei și data de fabricație.

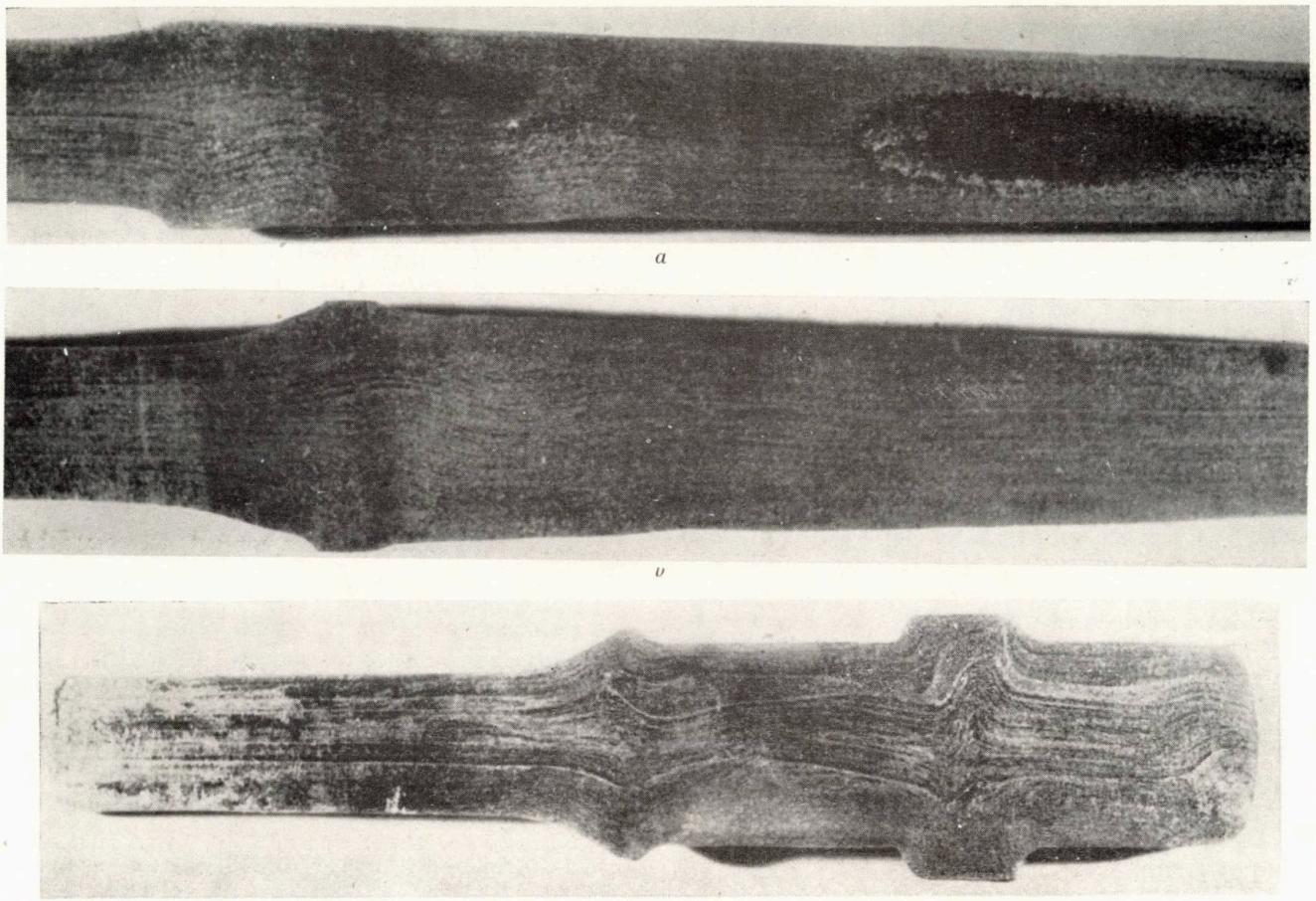


Fig. 3. Fibrajul capetelor de prăjini refulate :
*a* – treapta I; *b* – treapta II; *c* – treapta III.

După forjare, pe întreaga lor lungime, prăjinile de pompare sînt supuse unui tratament termic de normalizare, urmat de revenirea sau de îmbunătăţirea, în funcţie de calitatea oţelului şi de proprietăţile mecanice cerute. Şi la această operaţie supravegherea temperaturii se impune, întrucît o durată de încălzire prea lungă la normalizare sau o temperatură prea ridicată pot determina o granulaţie grosieră care conferă un anumit grad de fragilitate materialului ; de asemenea, o aşezare nepotrivită în cuptor favorizează apariţia de deformaţii apreciabile.

Urmează operaţia de îndreptare a deformaţiilor produse la tratamente, care se realizează prin întinderea la cald în maşini speciale. Ea permite ca, o dată cu îndreptarea perfectă a barei, să se realizeze şi un control final care indică eventuale defecte ale materialului. În multe uzine se procedează apoi la o sablare cu nisip, operaţie care are ca scop îndepărtarea stratului de oxizi rezultat prin laminare.

Ultima operaţie este prelucrarea la strung, respectiv filetarea capetelor, care se execută fie prin rulare — metodă modernă ce asigură o direcţie ideală a fibrelor de material — —fie prin aşchiere. Fiecare cap filetat este apoi supus unui control cu calibre corespunzătoare. În scopul uşurării înşurubării şi prevenirii gripajului, majoritatea firmelor străine procedează la fosfatarea cepurilor şi a mufelor. De asemenea, toate firmele străine procedează, în final, la prelucrarea prăjinilor, pe toată lungimea lor, prin ecruisare cu jet de alice, în scopul asigurării unei bune comportări a prăjinii în condiţiile de solicitare la oboseală prin coroziune.

Înainte de expediere pe şantier fiecare prăjină este prevăzută la un cap cu o mufă de legătură, iar la celălalt cap, cu un protector de material plastic, aplicîndu-se şi o vopsire de protecţie.

*Dimensiuni de prăjini de pompare.*

Industria mondială petrolieră uzinează în prezent prăjini de pompare în lungimi de 7,62 şi 9,114 m şi diametre de la ½ in la 1 1/4 in, echipate cu mufe de legătură.

Din consultarea literaturii de specialitate se constată că de la apariţia primului brevet cu prăjini de pompare * şi pînă în prezent nu s-au

* Primul brevet aparţine lui Samuel M. Jones din Toledo, Ohio. El a apărut la 30 oct. 1844 cu nr. 528168.

produs schimbări principale de formă și, cu toate îmbunătățirile apărute între timp și publicate în cele 17 ediții ale normei API — 11 B și în numeroase suplimente tipărite, ele s-au axat pe bazele trasate de acest brevet. Ultimele îmbunătățiri aduse se referă la introducerea prăjinilor de ½ in, și a prăjinilor tubulare, precum și executarea cepului cu degajare de eforturi, ceea ce permite posibilitatea executării filetului prin rulare.

Prăjinile de pompare de ½ in sînt destinate funcționării în interiorul țevilor de extracție cu diametrul interior de 1 1/4 in, pentru extragerea de cantități mici de fluid de la adîncimi relativ mici. Ele se fabrică în lungimi de 25 picioare (7,62 m). În ceea ce privește prăjinile de pompare tubulare, există două tipuri. Primul tip a fost conceput cu scopul de a se putea injecta prin interiorul lor diferite substanțe pentru dispersarea parafinei, pentru mărirea fluidității țițeiurilor viscoase sau pentru introducerea de inhibitori ; cel de al doilea tip — tipul nou — a fost conceput pentru utilizarea în sonde fără țevi de extracție, ele înlocuind țevile de extracție.

Primul tip se fabrică în două dimensiuni, și anume :

— cu diametrul exterior 7/8 in și diametrul interior 3/8 in, prevăzute cu cepuri de 1 3/16 in;

— cu diametrul exterior de 1 in și diametrul interior ½ in, prevăzute de asemenea cu cepuri de 1 3/16 in.

Greutățile nete ale acestor prăjini sînt acelea ale prăjinilor de 3/4 in pline, respectiv a acelora de 7/8 in pline.

Tipul nou se fabrică de asemenea în două dimensiuni, și anume :

— cu diametrul exterior de 1,050 in și diametrul interior 3/4 in cu cepuri de 1 3/16 in ;

— cu diametrul exterior de 1,315 in și diametrul interior 1 in, cu cepuri de 1 3/8 in.

Greutățile lor nete echivalează cu greutățile prăjinilor pline de 5/8 in, respectiv 3/4 in.

## Concluzii

La exploatarea sondelor prin pompaj de adîncime cu prăjini de pompe acestea trebuie să corespundă tuturor condițiilor de utilizare : medii și sarcini de pompare. De aceea este indicat ca ele să fie confecționate din oțeluri adecvate.

Rezistența la oboseală stabilită pe epruvete șlefuite, încercate într-un mediu uscat neutru, poate servi la compararea calitativă a diferitelor mărci de oțeluri destinate confecționării prăjinilor de pompare ; pentru dimensionarea garniturilor de prăjini de pompe, precum și pentru delimitarea domeniului de folosire a acestora la solicitări variabile în condițiile de coroziune, trebuie să se facă uz de rezistența la oboseală, la calcule luîndu-se în considerare toți factorii de influență.

Tehnologia modernă de fabricație a prăjinilor de pompare a inclus ca operații noi prelucrarea prin ecruisare cu jet de alice și fosfatarea.

BIBLIOGRAFIE


Drăgotescu, N., Popescu, P. și Bodnărescu, D. Considerații asupra corelării statice a caracteristicilor mecanice de rezistență pentru oțelurile din care sînt confecționate prăjinile de pompare. Comunicare la al 8-lea Congres Mondial al petrolului, 1971.

* * * Standarde. STAS 329/65.

* * * A.P.I. Standard 11 B/1972

* * * Composite catalog 1971/1972. Prospecte firme : Sc hoeller — Bleckmann ; W.C. Norris ; Zalzgitter ; Bethlehem ; U.S.I.

* * * Noutăți în petrol și chimie. Seria foraj-extracție iunie 1965 CDICP.

Eftimescu, P. Îmbunătățirea tehnologiei de exploatare a prăjinilor de pompare — T. 32/1972 — raport specific fază studiu. Fond ICPTG.

# EMULSIILE APĂ-ŢIŢEI CA FLUIDE NENEWTONIENE. I. STUDIU REOLOGIC EXPERIMENTAL

I. Stanciu

Din lucrările de specialitate experimentale rezultă că la curgerea turbulentă a amestecurilor eterogene de ţiţei şi apă prin dispozitive sau armături cu rezistenţă hidraulică ridicată [1] şi prin canalele pompei centrifuge submersibile [2] se formează emulsii de tip apă-ţiţei deseori foarte disperse şi cu stabilitate mare. Astfel, reologia emulsiilor prezintă o importanţă atît teoretică cît şi practică.

Din punct de vedere termodinamic, emulsiile sînt sisteme lichide bifazice în care faza dispersă este insolubilă în mediul de dispersiune şi are particule al căror diametru variază între 0,1 şi $100 \cdot 10^{-3}$ mm.

Din punctul de vedere al deformării şi al curgerii, emulsiile ocupă o poziţie intermediară, între lichidele nenewtoniene omogene şi corpurile solide, alcătuind împreună cu celelalte sisteme disperse aşa-zisele lichide nenewtoniene. Emulsiile nu se supun cunoscutei legi a curgerii viscoase a lui Newton.

$$\tau = \eta \frac{dv}{dr} \qquad (1)$$

Conform [5] numai emulsiile cu o concentraţie în faza dispersă foarte mică se comportă ca lichide simple newtoniene. La emulsiile mai concentrate, particulele fazei disperse interacţionează reciproc şi, ca rezultat, emulsia prezintă o viscozitate anomalică. Lichidele nenewtoniene nu au o viscozitate constantă în condiţiile constanţei temperaturii şi presiunii, ci aceasta depinde de viteza de curgere.

În literatura de specialitate sînt prezentaţi pe larg factorii care determină structura emulsiilor, proprietăţile fizice, chimice şi electrice, precum şi stabilitatea lor. Experimentele efectuate pînă în prezent [12, 13] dovedesc că viscozitatea emulsiilor este mai mare decît cea a mediului de dispersie sau a fazei disperse. Este, de asemenea, stabilit că viscozitatea unei emulsii este o funcţie de mai mulţi factori : viscozitatea mediului de dispersiune, viscozitatea fazei disperse, concentraţia volumetrică a fazei disperse, gradul de dispersie, natura emulgatorului şi a particulelor solide disperse, temperatura, viteza de curgere etc.

Este cunoscut însă că reologia emulsiilor este mult mai puţin studiată decît cea a sistemelor coloidale şi o teorie satisfăcătoare, care să descrie curgerea nenewtoniană a emulsiilor, nu există pînă în prezent. Aceasta se datoreşte faptului că emulsiile sînt sisteme mult mai complexe pentru a fi supuse cercetării teoretice. Spre deosebire de cazul suspensiilor, faza dispersă este deformabilă, iar agentul emulgator formează practic o a treia fază, sub forma unor pelicule adsorbante ce înconjoară picăturile de fază dispersă şi modifică forţele de coeziune dintre picături, precum şi dintre picături şi mediul de dispersie.

Formulele analitice Einstein, Taylor şi celelalte prezentate în [5] pentru determinarea viscozităţii relative a emulsiilor sînt deduse pentru suspensii, adică pentru acele sisteme în care faza dispersă este formată din particule sferice de substanţă solidă. Aceste formule nu ţin seama de multe particularităţi esenţiale ale proceselor ce au loc în emulsiile reale în timpul curgerii lor. Formulele empirice existente sînt, de asemenea, obţinute pe baza experienţelor efectuate cu suspensii, care nu pot deci constitui modele satisfăcătoare pentru emulsii.

Cercetările efectuate pînă în prezent privind viscozitatea emulsiilor apă-ţiţei se referă numai la gradienţi de viteză de curgere mici, pînă la $6-7\ s^{-1}$. Pentru soluţionarea multor probleme de hidrodinamică, ca, de exemplu, studiul condiţiilor de curgere a emulsiilor apă-ţiţei în canalele pompei centrifuge, o mare importanţă practică o prezintă cercetarea comportării emulsiilor în timpul curgerii, caracterizată prin gradienţi de viteză de ordinul $10^2\ s^{-1}$ şi chiar mai ridicaţi. Deoarece în literatura de specialitate nu au fost întîlnite informaţii privind proprietăţile reologice ale emulsiilor apă-ţiţei pentru gradienţi ridicaţi, autorul îşi propune studierea acestei probleme.

În cele ce urmează se are în vedere obţinerea curbelor reologice ale emulsiilor apă-ţiţei şi studiul lor în scopul determinării gradului de abatere al comportării emulsiilor faţă de lichidele newtoniene, precum şi cercetarea influenţei diferiţilor factori asupra acestei abateri ; a stabili factorii care au importanţă de prim ordin în definirea caracteristicilor reologice ale emulsiilor, precum şi limitele comportării anomalice condiţionate de anumite valori ale temperaturi şi gradientului de viteză.

## I. Probele de emulsii supuse examinării reologice şi aparatura folosite

Proprietăţile emulsiilor apă-ţiţei întîlnite în practică pot varia în limite largi, în funcţie de compoziţia chimică a ţiţeiului, de viscozitatea lui, conţinutul procentual de apă, de gradul de dispersie, temperatură etc.

Este deci necesar studiul proprietăţilor reologice ale emulsiilor în condiţiile variaţiei acestor factori. În acest scop s-au folosit drept mediu de dispersie fluide a căror viscozitate diferă mult, şi anume : ţiţei *A*, de viscozitate mare (37 cP la 20°C), cu un procent ridicat de hidrocarburi grele (răşini, asfaltene), ţiţei *B*, de mică viscozitate (7,1 cP la 20°C), sărac în răşini şi asfaltene, şi ulei de vaselină, cu o viscozitate de 138 cP la 20°C.

Drept fază dispersă s-a folosit apa tehnică. Au fost formate probe de emulsii cu concentraţie de apă variind între 20 % şi limita care determină inversarea emulsiei apă-ţiţei în emulsie ţiţei-apă. Emulsiile cu concentraţie sub 20 % apă prezintă mai puţin interes din punct de vedere reologic, întrucît se abat puţin de la comportarea newtoniană.

Probele de emulsii s-au format prin agitaţie manuală, obţinîndu-se diferite grade de dispersie a apei, în funcţie de intensitatea şi timpul de agitaţie. Emulsiile supuse examinării diferă mult şi în ceea ce priveşte stabilitatea lor. Ţiţeiul de tip *A* formează emulsii care prezintă o stabilitate destul de mare, datorită procentului ridicat de răşini şi asfaltene care se comportă în sistemele disperse ca un emulgator natural. Acesta este adsorbit la suprafaţa particulelor de fază dispersă, formînd bariere moleculare interfazice care împiedică separarea celor două faze. Emulsiile formate din ţiţei *B* sînt foarte instabile, datorită lipsei emulgatorului natural. Pentru asigurarea stabilităţii acestei emulsii pe durata determinării s-a adăugat un emulgator care favorizează formarea emulsiilor de tip apă—ulei.

Pentru măsurarea parametrilor reologici ai emulsiilor s-a folosit viscozimetrul Rheotest 2 (RDG) cu cilindri coaxiali. Aparatul permite următoarele limite de măsurare a parametrilor : tensiunea tangenţială între 16 şi $3 \cdot 10^4$ dyne/cm$^2$, viscozitatea efectivă de la $1 - 1{,}8 \cdot 10^7$ cP şi gradienţi ai vitezei de curgere a fluidului cercetat de la 0,2 la $1{,}3 \cdot 10^3$ s$^{-1}$.

Fiecare probă a fost supusă determinării parametrilor reologici la diferite temperaturi, asigurîndu-se variaţia acesteia cu ajutorul unui termostat. În cazul emulsiilor apă-ţiţei B, dată fiind stabilitatea redusă a acestora, pentru fiecare temperatură de cercetare a fost folosită o nouă probă.

## II. Definirea caracterului comportării nenewtoniene a emulsiilor apă-ţiţei

*Curbele reologice*

Pentru definirea comportării emulsiilor în timpul curgerii în sensul aprecierii gradului de abatere de la comportarea newtoniană, în figurile 1 şi 2 sînt prezentate cîteva curbe caracteristice $\tau = f(\gamma)$ şi $\eta = u(\gamma)$, adică tensiunea tangenţială şi respectiv viscozitatea efectivă în funcţie de gradientul de viteză. Din alura curbelor se vede că creşterea gradientului vitezei de scurgere duce la micşorarea viscozităţii efective ; în domeniul unor valori relativ reduse ale gradientului de viteză (pînă la 150—200 s$^{-1}$) are loc o scădere pronunţată a viscozităţii, iar la creşterea în continuare a gradientului scăderea viscozităţii este din ce în ce mai atenuată. La o valoare destul de ridicată a gradientului vitezei de curgere (proprie fiecărei emulsii), viscozitatea atinge valorea minimă ; la creşterea în continuare a gradientului de viteză, viscozitatea rămîne constantă. Acest fenomen este propriu tuturor

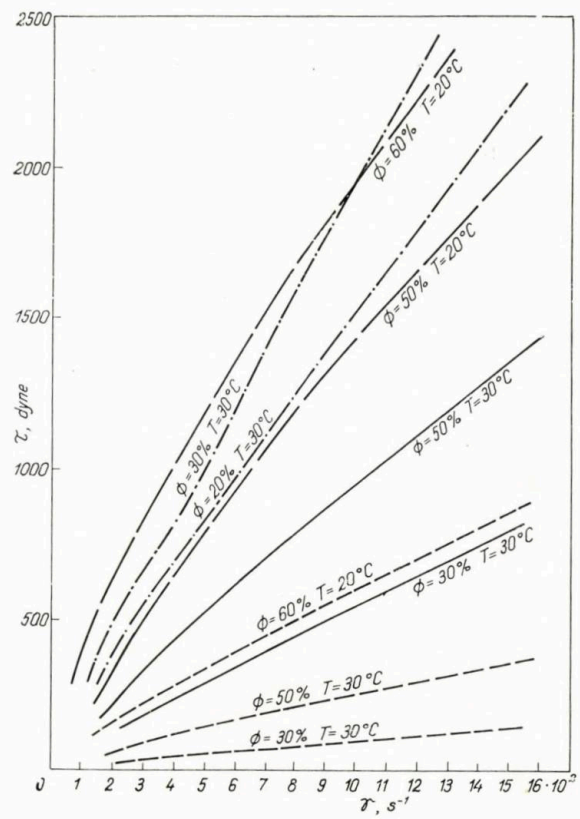



Fig. 1. Variaţia tensiunii tangenţiale $\tau$ în funcţie de gradientul de viteză ($\gamma$) :
——— emulsii apă-ţiţei *A* ; – – – emulsii apă-ţiţei *B* ; –·–·– emulsii apă-ulei de vaselină.

emulsiilor cercetate, indiferent de concentraţia în apă, natura emulgatorului sau temperatură.

O comportare puţin diferită o au emulsiile cu o concentraţie ridicată de apă (peste 50%), situate la temperaturi relativ scăzute (sub 20°C)

la care curbele $\eta = u(\gamma)$ prezintă o scădere mai pronunţată, aproape monotonă, pînă la valori ale gradientului vitezei de curgere de aproximativ $10 \cdot 10^3$ s$^{-1}$. Explicaţia fizică a unor asemenea variaţii ale viscozităţii emulsiilor la creşterea

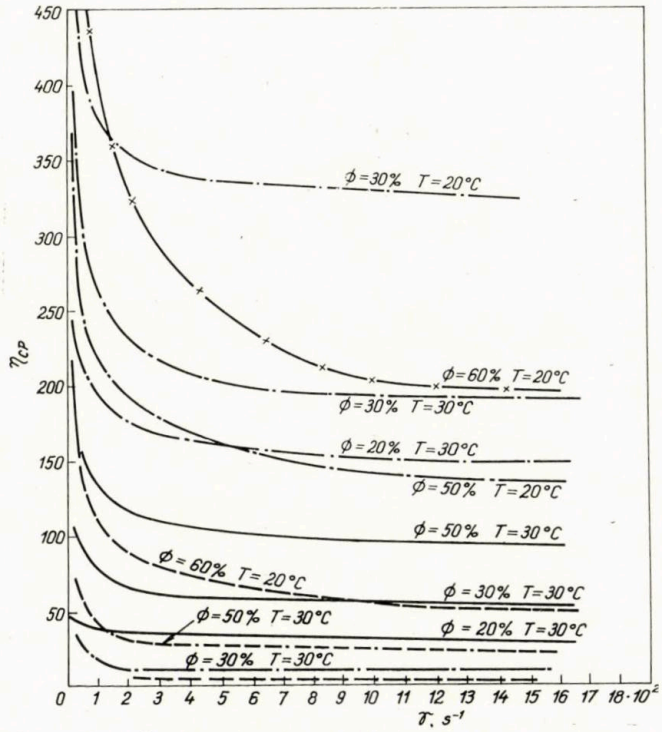



Fig. 2. Variaţia viscozităţii emulsiilor apă-ţiţei în funcţie de gradientul vitezei de curgere ($\gamma$):
——— emulsii apă-ţiţei *A*; – – – emulsii apă-ţiţei *B*; –·–·– emulsii apă-ulei de vaselină.

gradientului de viteză este, după părerea autorului, următoarea :

— la viteze de curgere mici ($\gamma < 20-30$ s$^{-1}$) nu au loc schimbări sensibile în structura agregatelor formate din particulele fazei disperse şi fiecare agregat se comportă ca o sferă al cărei volum este mai mare decît suma volumelor particulelor componente, întrucît între particule există o cantitate oarecare de mediu dispers. În interiorul agregatelor, între particulele disperse se manifestă forţele de atracţie Van-der-Waals.

La creşterea vitezei de curgere ($\gamma > 20-30$s$^{-1}$) viscozitatea emulsiei scade pronunţat, întrucît agregatele încep treptat să se distrugă (are loc fenomenul de defloculare), volumul de ţiţei interparticule se eliberează şi raportul volumelor efective de fază dispersă şi, respectiv, mediul de dispersiune se micşorează treptat. Procesul de distrugere a structurii agregative este mai intens pînă la gradienţi de viteză de ordinul $200 - 300$ s$^{-1}$ şi continuă mai puţin intens la creşterea în continuare a gradientului pînă la deflocularea totală.

Continuarea scăderii pronunţate a viscozităţii emulsiilor cu concentraţii ridicate de apă, situate la temperaturi scăzute şi pentru gradienţi de viteze mai mari de circa 300s$^{-1}$, este condiţionată de o structură agregativă mai puternică a acestor emulsii. Aceasta este condiţionată la rîndul ei de contactul mai strîns între particulele disperse de o viscozitate mai ridicată a peliculei intrefazice, de existenţa unei reţele structurale mai uniforme în curentul de curgere. Evident, pentru distrugerea unor asemenea structuri agregative puternice este nevoie de crearea unor gradienţi de viteză superiori celor corespunzători emulsiilor mai puţin concentrate.

Pe lîngă procesul distrugerii treptate a structurii agregative a emulsiilor, la creşterea gradientului vitezei de curgere mai are loc o deformare a particulelor fazei disperse. R u m s c h e i d t şi M a s o n [9] au studiat deformarea picăturilor în diametru de 0,5 pînă la 2 mm, în condiţiile unor gradienţi ai vitezei de curgere de $0{,}003-40$ s$^{-1}$ şi au stabilit că, la valori ale gradienţilor situaţi mai aproape de limita inferioară a diapazonului indicat toate picăturile disperse luau o formă elipsoidală, a căror axă principală făcea un unghi de $\pi/4$ cu direcţia de curgere, indiferent de viscozitatea fazei disperse $\eta\Phi$ sau a mediului de dispersiune $\eta t$. La creşterea gradientului spre limita superioară picăturile elipsoidale se alungeau şi mai mult, luînd diferite forme, în funcţie de raportul $\eta\Phi/\eta t$.

Diametrul particulelor de apă în emulsiile apă-ţiţei studiate variază între 4 şi $70 \cdot 10^{-3}$mm, deci este mult mai mic decît cel al celor experimentate în [9]. De aceea se poate presupune că particulele de apă din emulsiile apă-ţiţei încep să se deformeze la gradienţi de viteză mult mai mari decît 40 s$^{-1}$. Gradul de deformare creşte la creşterea gradientului vitezei de curgere pînă cînd picăturile iau o formă foarte alungită. Conform [11], procesul de deformare a particulelor exercită influenţă asupra scăderii viscozităţii emulsiior. Pe baza celor expuse, după părerea autorului, influenţa procesului de distrugere a structurii asupra viscozităţii prevalează faţă de influenţa deformării particulelor de apă la valori scăzute ale gradienţilor de viteză indicaţi în experimente şi invers.

Întrucît viscozitatea este practic o forţă de frecare internă în timpul curgerii, din punct de vedere reologic prezintă interes expresia matematică dintre tensiunea tangenţială ($\tau$) ce trebuie aplicată şi valoarea gradientului de viteză de curgere ($\gamma$) ce se imprimă emulsiei. Examinînd alura curbelor experimentale $\tau = f(\gamma)$ din figurile 1, 4, se observă că pentru orice emulsie apă-ţiţei gradientul de viteză ($\gamma$), în orice punct, este o funcţie simplă de($\tau$) în acel punct. La fiecare creştere a ($\tau$) cu o unitate creşte progresiv viteza de curgere, datorită scăderii viscozităţii, ca rezultat al fenomenelor fizice menţionate. O asemenea comportare este proprie sistemelor pseudoplastice.

Orice curbă $\tau = f(\gamma)$ reprezentată grafic la scară dublu logaritmică va apărea ca o dreaptă.

Astfel, pentru orice emulsie apă-țiței se poate determina o funcție exponențială empirică de tipul funcției Ostwald — Reiner (4]:

$$\tau = k\,\gamma^n, \tag{2}$$

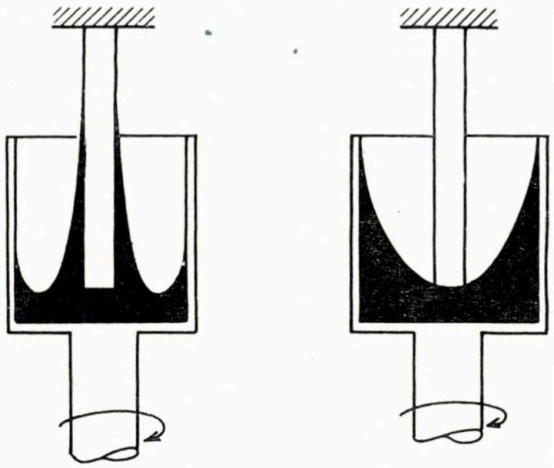


Fig. 3. Manifestarea proprietăților elasto-vîscoase la emulsii : 1 – emulsii 50% apă-țiței *A* ; 2 – apă.

în care :

$k$ este coeficient care exprimă gradul de consistență al lichidului și este proporțional cu viscozitatea;

$n$ — caracterizează gradul de comportare nenewtoniană a lichidului.

Atît $n$ cît și $k$ sînt constante pentru un lichid dat. Întrucît viscozitatea efectivă $\eta$ este valoric egală cu tangenta trigonometrică la curba $\tau = f(\gamma)$, adică $\eta = \tau/\gamma$, atunci :

$$\eta = k\gamma^{n-1} \tag{3}$$

Deoarece pentru sistemele pseudoplastice $n<1$, din (3) rezultă că viscozitatea $\eta$ scade la creșterea vitezei de curgere. De remarcat însă că curbele exponențiale empirice $\tau = k\gamma^n$ nu pot să reflecte pe deplin proprietățile fizco-mecanice ale emulsiilor apă-țiței în timpul curgerii, proprietăți puse în evidență experimental. În spațiul dintre doi cilindri concentrici s-au introdus atît apă cît și probe din emulsiile cercetate cu concentrații de apă de 50 %. Prin imprimarea aceleiași viteze de rotație cilindrului exterior (deci în aceleași condiții de deformare), emulsiile, spre deosebire de apă, iau forma din figura 3. Aceasta dovedește existența în emulsiile concentrate apă-țiței a efectu lui Veisenberg, propriu mediilor elasto-viscoase.

Proprietățile elasto-viscoase ale emulsiilor apă-țiței se datoresc interacțiunii particulelor de apă disperse în țiței, formării agregatelor ca rezultat al fenomenului de floculare, precum și deformării particulelor de apă în timpul curgerii.

Se știe că comportarea sistemelor elasto-viscoase depinde de dinamica acționării asupra volumului cercetat. Dependența dintre tensiunea tangențială $\tau$ și deformația $\gamma$ nu reprezintă o ecuație simplă : ecuația reologică conține derivatele în funcție de timp ale lui $\tau$ și $\gamma$ sub forma generală :

$$f_1(D)\tau = f_2(D)\gamma \tag{4}$$

sau

$$\sum_{n=0}^{N} a_n D^n \tau = \sum_{n=0}^{N} \beta_n D^n \gamma, \tag{5}$$

unde $D$ este operator diferențial $\mathrm{d}/\mathrm{d}t$.

Pe cale teoretică Oldroyd [11] a obținut o ecuație pentru descrierea comportării elasto-viscoase a sistemelor disperse sub forma :

$$\tau + \lambda_1 \frac{\mathrm{d}\tau}{\mathrm{d}t} = \eta_0 \left( \frac{\mathrm{d}\gamma}{\mathrm{d}t} + \lambda_2 \frac{\mathrm{d}^2\gamma}{\mathrm{d}t} \right), \tag{6}$$

în care :

$\lambda_1$ este timpul de relaxare ;

$\lambda_2$ — timpul de întîrziere ;

$\eta_0$ — viscozitatea sistemului dispers pentru viteze mici de deformare în regim staționar de curgere, respectiv cînd $\tau = \gamma = 0$.

Sensul fizic al lui $\lambda_1$ este următorul : dacă instantaneu încetează deformația materialului $\gamma$, atunci tensiunea tagențială $\tau$ va scădea exponențial după $(-t/\lambda_1)$. Sensul fizic al lui $\lambda_2$ se exprima prin aceea că, la îndepărtarea instantanee a tensiunii tangențiale $\tau$, deformația materialului $\gamma$ va scădea exponențial după $(-t/\lambda_2)$.

Experimentele efectuate permit a conchide că emulsiile apă-țiței, prin proprietățile lor, sînt materiale intermediare, situate în clasificarea reologică între corpul solid elasto-plastic și lichidul newtonian viscos. Îmbinarea în proporții cantitative diferite a trei parametri, dintre care unul reflectă proprietatea de elasticitate, altul viscozitatea, iar cel de-al treilea proprietatea de plasticitate, determină comportarea unei emulsii apă-țiței pentru diferite viteze de curgere.

Din alura curbelor $\tau = f(\gamma)$ se observă că emulsiile apă-țiței la viteze relativ mici de curgere ($\gamma < 300 - 350\ \mathrm{s}^{-1}$) au o comportare clasic pseudoplastică, anomalia de viscozitate scăzînd pe măsura creșterii gradientului de viteză.

La viteze mari de curgere prevalează însă proprietățile elasto-viscoase. Efectuînd experiențele pe viscozimetrul rotativ, s-a observat că, la încetarea bruscă a deformației emulsiei (rotația cilindrului interior), timpul de scădere a tensiunii $\tau$ pe scala aparatului pînă la zero (timpul de relaxare) era cu atît mai mare cu cît gradientul vitezei de curgere era mai ridicat. De asemenea, din experiența prin care a fost pus în evidență efectul Veisenberg în cazul emulsiilor apă-țiței, s-a observat că, cu cît gradientul vitezei de curgere a emulsiilor între cilindri este mai mare, cu atît emulsia se ridică mai sus pe cilindrul interior, respectiv tensiunea elastică transversală este mai mare.

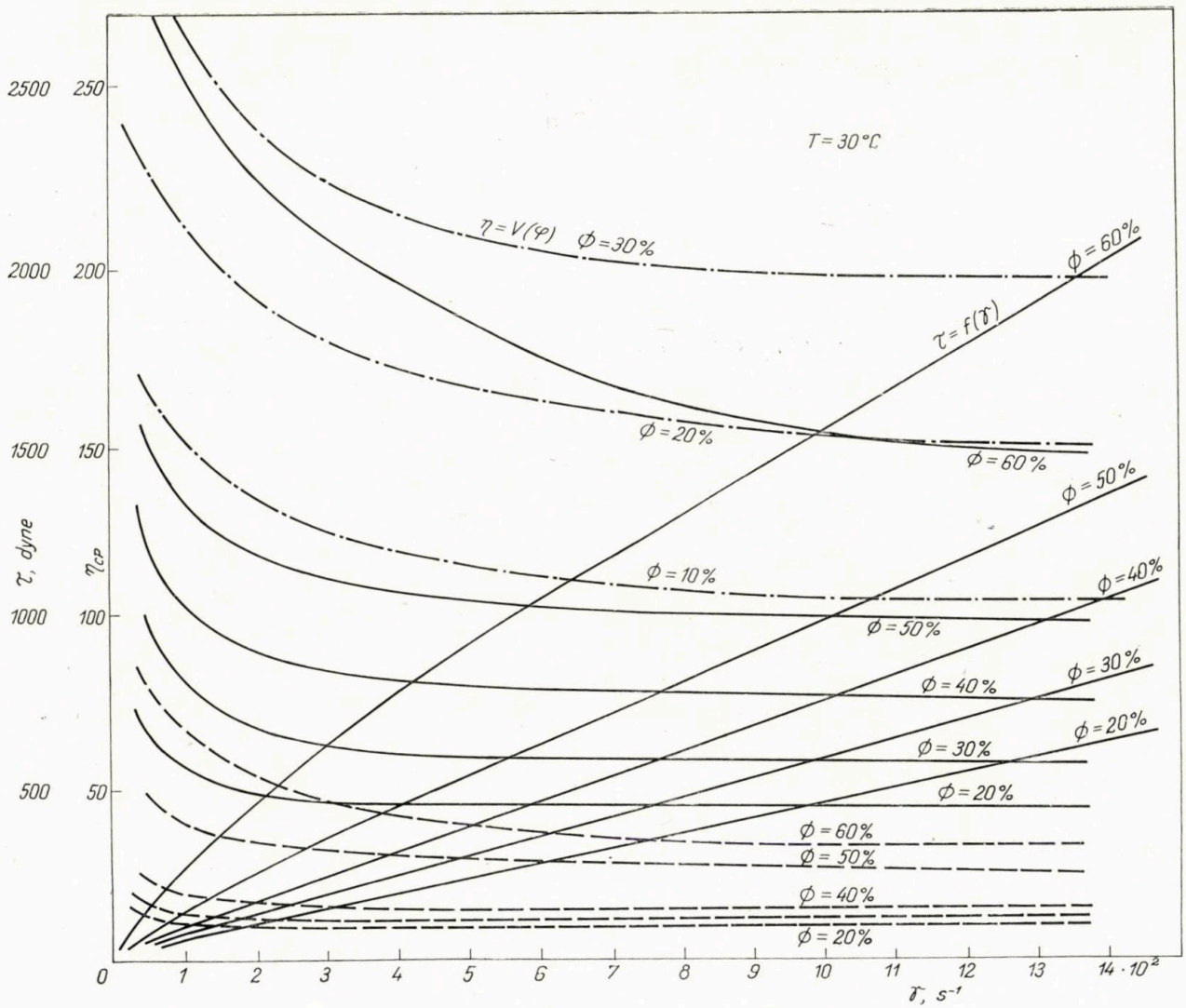



Fig. 4. Variaţia tensiunii tangenţiale $\tau$ şi a viscozităţii $\eta$ a emulsiilor apă-ţiţei, în funcţie de gradientul vitezei de curgere, pentru diferite concentraţii de apă $\varphi$, la temperatura de 30°C :
——— emulsii apă-ţiţei *A* ; – – – emulsii apă-ţiţei *B* ; –·–·– emulsii apă-ulei de vaselină.

Teoretic, din ecuaţia (6) rezultă că proprietăţile elastice se manifestă mai pregnant cînd timpul de acţiune a deformaţiei materialului este mai mic decît timpul de relaxare a tensiunii, adică la viteze mari de deformare. Rezultă astfel că la viteze mari de curgere comportarea emulsiilor apă-ţiţei ar putea fi descrisă de ecuaţia (6), dedusă pentru sisteme elasto-viscoase.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Gujov, A. I. Vaprosî covmestnovo sbora i transporta nefti i gaza. Doctorscaia ghisertaţia. Mirh. i. G. P. 1971.
2. Maximov, V. P. Robota pogrujnovo ţentrodejnovo nasosa na neodnarodnoi jidcosti. Trudî Minh I T P, Gostaprehizdat 1964.
3. Wilkinson, W. L. Non newtonian fluids. Fluid mechanics, Mixing and Heat Transfer, 1960.
4. Reiner, M. Deformation, Strain and Flow, London 1960.
5. Sherman, Ph. Emulsion Science. Academic Press, London and New York, 1968.
6. Albers, W. şi Overbeck, I. Th. G. J. Colloid Sci. **15**, 489. 510 — 1960.
7. Kleiton. ,,Emulsii'' Izdatelstvo inostrannaia literatura, 1950.
8. Belkin, I. M. şi Vinogradov, G. V. Rotationîe priborî izmerenia viazkosti i fizico mehaniceschih croistv materialvo, 1968.
9. Rumscheidt, F. D. şi Mason, S. G. J. Colloid Sci., **16**, 1961 p. 238.
10. Sibree, I. O. Trans Faraday, Soc. **27**. 1931, p. 161.
11. Oldroid, I. T. Neniutonovskoe tecenie jidkosti i tverdîh tel. Reologhia Inostrannaia literatura''. M. 1962.
12. Avanesian, V. T. Experimentalnoe issledovanie structurnîh svoistv vodo-neftianîh emulsii. Neftepromîslovo delo, nr. 12, 1969.
13. Gazitov, M T. Kribîe i empiriceskie formulî dlia opredelenia vîzkosti neftii emulsii neftepromîslovoe delo, nr. 9, 1971.
14. Dîtiuk, L. T. Isledovanie reologhiceskih svoistv neftei i emulsii nekotorîh mestorojdenii permskoi odlasti. Sdornik statei; neniutonovskie jidkosti v dobce nefti, 1972.

# CALCULUL ENTALPIEI BENZINEI

I. Ciolan

În calculele de interpretare a datelor experimentale de proiectare sau de control al instalaţiilor productive, intervine uneori, ca variabilă, entalpia benzinei, lichidă sau vapori.

Dintre mijloacele de evaluare a entalpiei benzinei, disponibile în literatură, au fost alese diagramele [1] pentru fracţiuni petroliere caracterizate prin densitate şi factorul de caracterizare Watson.

Aplicabilitatea acestor diagrame este limitată de următorii factori :

— presiune — pînă la cîteva atmosfere ;

— temperatură — pînă la 650° C şi sub valoarea critică ;

— panta curbei de distilare ASTM D 86 $<2°$ F / % ;

— conţinut uzual de aromate, olefine, acetilene.

Factorul de caracterizare Watson se calculează cu relaţia :

$$K = \frac{(\text{temperatura medie de fierbere } °\text{F})^{1/3}}{d}$$

$$d = \left(\frac{\text{greutatea specifică a benzinei}}{\text{greutatea specifică a apei}}\right); 15{,}5°\text{C}$$

Valorile entalpiei sînt considerate pentru stare standard ; lichid la — 200 °F (— 128,9°C) şi pentru $K = 10$ ; 11 ; 11,8 ; 12,5.

Entalpia benzinelor cu alte valori $K$ se calculează prin interpolare între cele două valori $K$, cele mai apropiate dintre cele de mai sus.

Diagramele conservă datele într-o formă foarte compactă, dar nu sînt utilizabile pentru calculul cifric, de exemplu pe calculator.

În acest ultim scop a fost aleasă o formă de relaţie cu 12 coeficienţi :

$$\begin{aligned} H_k = {} & a_{11} + a_{12}\,t + a_{13}\,t^2 + \\ & a_{21}\,d + a_{22}\,td + a_{23}\,t^2d + \\ & a_{31}\,d^2 + a_{32}\,td^2 + a_{33}\,t^2d^2 + \\ & a_{41}\,d^3 + a_{42}\,td^3 + a_{43}\,t^2d^3 \end{aligned} \qquad (1)$$

$H_k$ — entalpia benzinei cu factorul de caracterizare $K_1$, Gcal/kg ;

$t$ — temperatura, °C/1 000.

Coeficienţii relaţiei au fost determinaţi prin regresie cu ajutorul programului schematizat în figura 1.

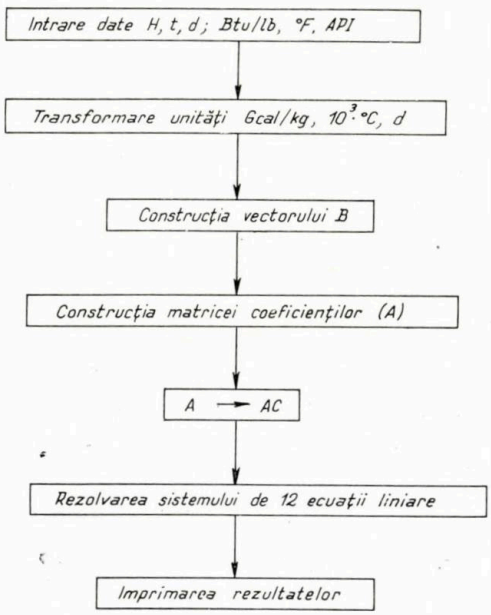



Fig. 1. Schema programului de regresie.

În acest scop se consideră [2] ecuaţiile normale :

$$\sum_1^M \sigma \cdot \sigma'_{a_{ij}} = 0, \qquad (2)$$

în care :

$M$ este numărul de observaţii — citite din diagrame ;

$\sigma = H_k$ — (entalpia din diagramă) ;

$\sigma'_{a_{ij}}$ — derivata $\sigma$ în raport cu $a_{ij}$ din (1).

Se observă că apar 12 ecuaţii, din $i = 1{,}4$ ; $j = 1{,}3$, ai căror termeni liberi sînt :

$$\sum_1^M \sigma'_{a_{ij}} \cdot (\text{entalpia din diagramă})$$

TABELA 1, A

| | | | |
|---|---|---|---|
| BENZINA VAPORI | K = 10,0 | T=200—600 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=45 |
| 1,71319 | — 2,2253 | 5,44913 | |
| —5,36173 | 8,93555 | —18,1124 | |
| 6,24519 | — 10,6428 | 21,4066 | |
| —2,4659 | 4,16928 | — 8,32696 | |
| BENZINA VAPORI | K = 10,0 | T=600—1200 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=63 |
| 2,26706 | — 4,04395 | 5,3675 | |
| —7,51523 | 16,3889 | —19,1273 | |
| 8,89013 | —19,9773 | 23,311 | |
| —3,5268 | 7,96804 | — 9,30001 | |
| BENZINA VAPORI | K = 10,0 | T=200—1200 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=99 |
| 1,68446 | — 1,53455 | 2,86719 | |
| —5,29381 | 6,79987 | — 9,32849 | |
| 6,18113 | — 8,27262 | 11,3425 | |
| —2,4457 | 3,29396 | — 4,51853 | |
| BENZINA VAPORI | K = 11,0 | T=200—600 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=45 |
| 1,20267 | 1,86045 | — 2,32304 | |
| —3,52395 | — 5,83187 | 10,3503 | |
| 4,02019 | 7,04141 | —12,3581 | |
| —1,58324 | — 2,75933 | —4,75257 | |
| BENZINA VAPORI | K = 11,0 | T=600—1200 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=63 |
| 1,89036 | — 1,85381 | 22,70092 | |
| —6,15771 | 8,46379 | — 9,02691 | |
| 7,28344 | — 10,5948 | 11,3036 | |
| —2,91252 | 4,36623 | — 4,65483 | |
| BENZINA VAPORI | K = 11,0 | T=200—1200 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=99 |
| 1,33504 | 0,588784 | 0,170196 | |
| —4,042 | — 0,859964 | 0,646128 | |
| 4,6551 | 0,996672 | — 0,727901 | |
| —1,83539 | — 0,384721 | 0,276836 | |

TABELA 1, B

| | | | |
|---|---|---|---|
| BENZINA VAPORI | K=11,8 | T=200—400 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=45 |
| 1,52857 | —1,13026 | 3,85199 | |
| —4,85263 | 6,58553 | —15,9834 | |
| 5,75385 | — 9,66056 | 24,4329 | |
| —2,32495 | 4,588 | —11,9535 | |
| BENZINA VAPORI | K=11,8 | T=550—1200 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=72 |
| 0,722833 | 3,79458 | — 3,88722 | |
| —1,7595 | —12,8771 | 16,085 | |
| 1,78195 | 16,1336 | —20,0798 | |
| —0,640917 | — 6,67849 | 8,28023 | |
| BENZINA VAPORI | K=11,8 | T=200—600 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=72 |
| 1,49158 | — 0,777503 | 3,38309 | |
| —4,66607 | 4,5923 | —12,0687 | |
| 5,44999 | —6,17936 | 16,36 | |
| —2,16911 | 2,72533 | — 7,25995 | |
| BENZINA VAPORI | K=11,8 | T=200—1000 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=135 |
| 1,30637 | 1,17727 | — 1,13751 | |
| —3,94259 | — 3,08389 | 5,7948 | |
| 4,5022 | 3,91485 | — 7,22919 | |
| —1,76009 | — 1,64307 | 2,97834 | |
| BENZINA VAPORI | K=12,5 | T=200—600°F | RHO=10—90 API KS=0, M=81 |
| 1,49977 | 0,147096 | — 0,589996 | |
| —4,69494 | 0,862804 | 3,89019 | |
| 5,44799 | — 1,06741 | — 4,56527 | |
| —2,15381 | 0,460218 | 1,67757 | |
| BENZINA VAPORI | K=12,5 | T=550—1200 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=81 |
| 0,606171 | 3,93463 | — 3,34787 | |
| —1,40703 | —12,9714 | 13,8116 | |
| 1,34899 | 16,2846 | —17,4099 | |
| —0,458839 | — 6,79388 | 7,29557 | |
| BENZINA VAPORI | K=12,5 | T=200—1200 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=135 |
| 1,47974 | — 0,0198164 | 0,825016 | |
| —4,6351 | 1,60308 | — 1,54181 | |
| 5,35948 | — 1,79466 | 1,61716 | |
| —2,10671 | 0,627903 | — 0,510931 | |

TABELA 1, C

| | | | |
|---|---|---|---|
| BENZINA LICHIDĂ | K=10,0 | T=0—400 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=27 |
| 0,343941 | 20,9809 | —67,5433 | |
| —0,869253 | —65,004 | 220,224 | |
| 0,849106 | 68,2283 | 236,242 | |
| —0,285594 | —23,8463 | 83,6421 | |
| BENZINA LICHIDĂ | K=11,0 | T=0—500 °F | RHO=10—90 API KS=0, M=39 |
| 0,0228278 | — 1,97097 | 33,6674 | |
| 0,137225 | 8,27639 | —105,395 | |
| —0,187231 | — 9,25335 | 111,375 | |
| 0,0672331 | 3,31745 | —39,184 | |
| BENZINA LICHIDĂ | K=11,8 | T=100—400 °F | RHO=0—80 API KS=0, M=49 |
| —0,0159199 | 8,39685 | —21,7941 | |
| 0,210338 | —25,0593 | 73,8894 | |
| —0,186093 | 26,0319 | —79.5513 | |
| 0,0367056 | — 8,99774 | 27,9538 | |
| BENZINA LICHIDĂ | K=12,5 | T=100—400 °F | RHO=0—90 API KS=0, M=54 |
| 0,705065 | — 3,13882 | 10,7076 | |
| —2,30321 | 14,8133 | —39,1611 | |
| 2,69898 | —19,1276 | 49,2567 | |
| —1,05204 | 7,81133 | —20,1896 | |

Se observă în (1) că $\sigma'_{a_{ij}} = d^{(i-1)} \cdot t^{(j-1)}$ şi se construieşte (în $B$) vectorul termenilor liberi, iar în $A$ matricea variabilelor celor 12 ecuaţii :

$$\sum_{1}^{M} \sigma'_{a_{ij}} \cdot H_k$$

Rezolvarea sistemului de 12 ecuaţii se face cu ajutorul subrutinei SIMQ—IBM—1 800——SSP, care necesită trecerea matricei $A$ în formă vectorială ($AC$) şi dispune de un indicator KS; acesta ia valoarea 1, dacă $A$ este o matrice singulară.

Coeficienţii $a_{ij}$, odată calculaţi, trec în $B$ şi sînt imprimaţi.

Vectorii $AX$ şi $BX$ sînt folosiţi pentru citirea şi imprimarea titlurilor.

Rezultatele sînt prezentate în tabela 1.

S-a utilizat un calculator Elliot, cu citire de pe bandă de hîrtie şi imprimantă pentru listarea programului şi a rezultatelor.

BIBLIOGRAFIE


1. * * * Technical Data Book — Petroleum Refining Am. Petr. Inst. New York, 1966.
2. Bennett, C.A. şi Franklin, N. L. Statistical Analysis in Chemistry and the Chemical Industry — J. Wiley, New York, 1967.

# Unele consideraţii privind condiţiile tehnologice de funcţionare a separatoarelor de gaze la instalaţiile ce lucrează sub presiune de $H_2$

Şt. Despa, Doina Ciocotoiu, V. Ciort şi D. Grigoriu

În scopul recuperării şi valorificării hidrocarburilor uşoare evacuate din vasele separatoare de gaze ale instalaţiilor ce lucrează sub presiune de hidrogen, în cele ce urmează se stabilesc condiţiile optime pentru operarea acestora, astfel încît pierderile de hidrocarburi să fie minime.

Vasele separatoare de hidrogen sînt amplasate pe linia de ieşire din ultimul reactor de reformare catalitică, din reactoarele instalaţiilor de hidrofinare a produselor uşoare, hidrogenare, din cuptoarele instalaţiilor de piroliză etc. (fig. 1).

La ieşirea din aceste aparate, după o răcire la presiune înaltă, gazul bogat în hidrogen se separă (care se recirculă) de faza lichidă într-un separator de înaltă presiune. Din acesta, faza lichidă trece în separatorul de medie presiune unde se evacuează o cantitate de hidrocarburi uşoare, obţinîndu-se un efluent lichid, care constituie alimentarea coloanei de stabilizare, din al cărei separator se elimină, de asemenea, hidrocarburi uşoare.

Cantitatea şi compoziţia fluxurilor gazoase menţionate sînt dictate de condiţiile de echilibru aferente vaselor respective, care sînt astfel dimensionate, încît să nu rezulte antrenări.

Obiectul lucrării de faţă îl constituie calculul presiunii optime în separatorul de medie presiune, temperatura de lucru fiind constantă, şi anume dictată de condiţia termică a alimentării coloanei de stabilizare, respectiv de bilanţul energetic cel mai convenabil, astfel încît suma cantităţilor de hidrocarburi uşoare în fază de vapori din separatorul de medie presiune şi din separatorul coloanei de stabilizare să fie minimă.

Concluzia că va exista o astfel de situaţie derivă din următoarele:

Considerînd că pe linia efluentului din reactor s-ar afla numai separatorul de înaltă presiune, în fluxul de lichid care constituie alimentarea coloanei de stabilizare ar rămîne o cantitate mare de hidrocarburi uşoare, care va mări volatilitatea produsului de vîrf al acestei coloane. În acest caz din separatorul acestei coloane de stabilizare s-ar elimina o cantitate mare din hidrocarburi uşoare în fază de vapori.

Dacă însă s-ar introduce în schemă un separator de medie presiune care ar lucra la presiuni din ce în ce mai mici, se va observa că, în urma eliminării hidrocarburilor uşoare în acest separator, s-ar micşora cantitatea de hidrocarburi evacuate din separatorul coloanei de sta-

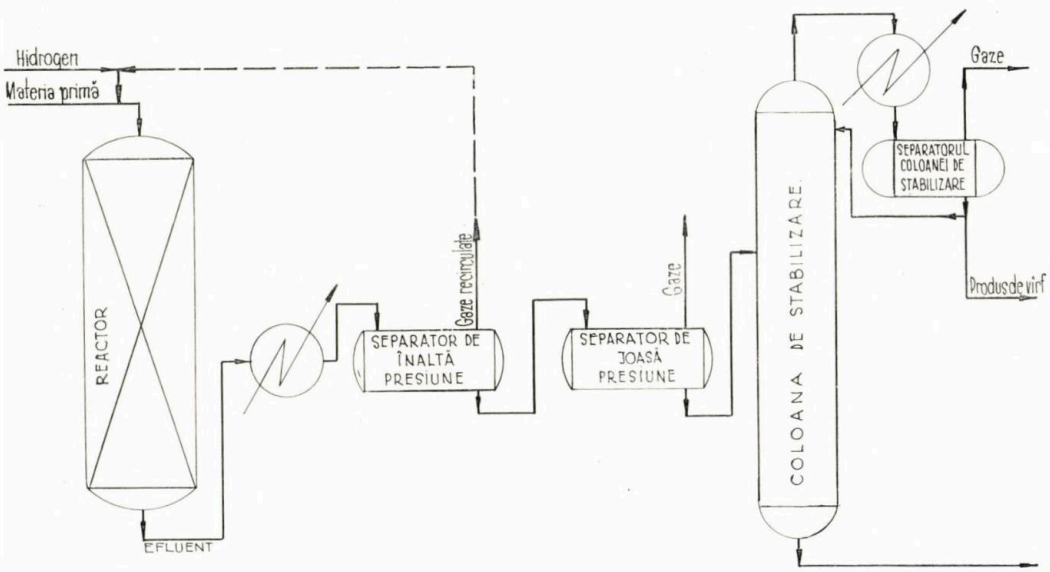



Fig. 1. Schema de principiu a echipamentului de separare a gazelor din cadrul unei instalaţii ce lucrează sub presiune de hidrogen.

bilizare, ca urmare a reducerii volatilității produsului de vîrf al acestei coloane.

Acest lucru s-ar întîmpla pînă cînd presiunea din separatorul de medie presiune va fi egală cu presiunea din separatorul coloanei de stabilizare, cînd cantitatea de hidrocarburi gazoase va fi maximă în separatorul de medie presiune.

Este evident faptul că între aceste două limite va exista o situație, în care suma cantităților de vapori din cele două separatoare va fi minimă.

Pentru demonstrarea celor de mai sus, s-au efectuat calcule pentru stabilirea presiunii la care pierderile de hidrocarburi vor fi minime, pe baza relației cunoscute a vaporizării la echilibru :

$$L = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_{01}}{1 + \frac{V}{L} K_i}, \qquad (1)$$

în care :

$X_{01}, X_{02} \ldots X_{0n}$ sînt fracții molare în amestecul de alimentare ;

$V, L$ — cantitatea de lichid, respectiv de vapori formată la echilibru, % moli ;

$K_1 \ldots K_n$ — constante de echilibru ale componenților la temperatura și presiunea din vas.

Pentru determinarea constantelor de echilibru a fost utilizată metoda lui M a d d e n și G r a y s o n [2], a cărei exactitate pentru amestecuri de hidrogen și hidrocarburi a fost pusă în evidență prin calculul echilibrului într-un separator existent într-o instalație de piroliză și prin compararea rezultatelor cu cele obținute în urma analizelor fluxurilor de vapori și de lichid pe o perioadă destul de îndelungată.

TABELA 1

**Cantitatea și compoziția fazelor dintr-un vas separator aferent coloanei de stabilizare**

| Componenți | Masa moleculară | Faza vapori | | | Faza lichid | | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | % moli | k moli/h | kg/h | % moli | k moli/h | kg/h | kmoli/h | % moli |
| hidrogen | 2 | 12,38 | 4,70 | 9,40 | — | — | — | 4,70 | 2,275 |
| metan | 16 | 47,94 | 18,22 | 291,50 | — | — | — | 18,22 | 8,617 |
| $C_2 + C'_2$ | 29 | 0,16 | 0,06 | 1,80 | — | — | — | 0,06 | 0,003 |
| $nC_4$ | 58 | 6,43 | 2,44 | 141,25 | — | — | — | 2,44 | 1,155 |
| $iC_4$ | 58 | 4,52 | 1,72 | 99,59 | — | — | — | 1,72 | 0,812 |
| $(1 + i) C'_4$ | 56 | 6,92 | 2,70 | 151,14 | — | — | — | 2,70 | 1,277 |
| (trans + cis) $2C'_4$ | 56 | 5,51 | 2,09 | 117,15 | — | — | — | 2,09 | 0,989 |
| butadienă | 54 | 2,91 | 1,11 | 59,72 | — | — | — | 1,11 | 0,523 |
| $nC_5$ | 72 | 3,23 | 1,23 | 88,27 | 9,48 | 19,21 | 1 383,64 | 20,44 | 9,645 |
| $iC_5$ | 72 | 1,96 | 0,75 | 53,71 | 13,38 | 27,13 | 1 954,06 | 27,88 | 13,186 |
| $iC_6$ | 86 | 7,91 | 3,00 | 258,52 | 38,92 | 66,07 | 5 682,77 | 69,07 | 32,675 |
| $nC_6$ + ciclo $C'_5$ | 86 | — | — | — | 10,72 | 18,20 | 1 564,83 | 18,20 | 9,579 |
| $iC_7$ | 100 | — | — | — | 19,02 | 27,77 | 2 776,90 | 27,77 | 13,136 |
| $iC_8$ | 114 | — | — | — | 1,56 | 1,99 | 227,50 | 1,99 | 0,956 |
| benzen | 78 | 0,15 | 0,05 | 3,95 | 6,92 | 12,96 | 1 010,90 | 12,96 | 6,154 |
| TOTAL | — | 100,00 | 38,02 | 12,76 | 100,00 | 173,33 | 14,600 | 211,35 | 100,000 |

TABELA 2

**Rezultate calculate pentru vasul separator menționat**

| Componenți | Alimentare | | $K_i$, 1,7 ata, 25°C/2/ | Faza lichid $L_i$ kmoli/h | Faza vapori, $V_i$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | k moli/h | % moli | | | k moli/h | kg/h |
| hidrogen | 4,70 | 2,225 | 600 | 0,036 | 4,664 | 9,33 |
| metan | 18,22 | 8,617 | 95 | 0,833 | 17,387 | 278,21 |
| $C_2 + C'_2$ | 0,06 | 0,003 | 22 | — | 0,060 | 1,74 |
| $nC_4$ | 2,44 | 1,155 | 1,3 | 1,898 | 0,542 | 31,43 |
| $iC_4$ | 1,72 | 0,812 | 1,9 | 1,211 | 0,509 | 29,52 |
| $(1 + i) C'_4$ | 2,70 | 1,277 | 1,6 | 1,988 | 0,702 | 37,90 |
| (trans + cis) $2C'_4$ | 2,09 | 0,989 | 1,2 | 1,655 | 0,435 | 24,47 |
| butadienă | 1,11 | 0,523 | 1,5 | 0,831 | 0,279 | 15,06 |
| $nC_5$ | 20,44 | 9,666 | 0,38 | 18,851 | 1,589 | 114,41 |
| $iC_5$ | 27,88 | 13,186 | 0,50 | 25,122 | 2,758 | 198,57 |
| $iC_6$ | 69,07 | 32,675 | 0,155 | 66,808 | 2,262 | 194,63 |
| $nC_6$ + ciclo $C_5$ | 18,20 | 8,579 | 0,152 | 17,553 | 0,647 | 55,81 |
| $iC_7$ | 27,77 | 13,136 | 0,078 | 27,304 | 0,466 | 46,60 |
| $iC_8$ | 1,99 | 0,956 | 0,043 | 1,990 | — | — |
| benzen | 12,96 | 6,154 | 0,080 | 12,786 | 0,174 | 13,57 |
| TOTAL | 211,35 | 100,000 | — | 178,876 | 32,474 | 1051,15 |

TABELA 5

**Calculul cantității de vapori din separatorul de medie presiune (10ata, 70°C) și din separatorul coloanei de stabilizare (1,7 ata, 25°C)**

| Componenți | Gaze din separatorul de medie presiune, $V_1$ | | | | Gaze din separatorul coloanei de stabilizare, $V_2$ | | | | | | $V_1+V_2$, kg/h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $K_i$ | $L_i$, k moli/h | $V_i$ | | Vapori din coloana de stabilizare | | $K_i$ | $L_i$, k moli/h | $V_i$ | | |
| | | | k moli/h | kg/h | k moli/h | % moli | | | k moli/h | kg/h | |
| hidrogen | 165 | 0,22 | 4,480 | 8,96 | 0,220 | 0,110 | 600 | — | 0,21 | 0,42 | 9,36 |
| metan | 22 | 4,90 | 13,320 | 213,10 | 4,900 | 2,570 | 95 | 1,24 | 3,66 | 58,56 | 271,66 |
| $C_2+C_2'$ | 6,8 | 1,03 | 0,028 | 0,87 | 0,032 | 0,020 | 22 | — | 0,04 | 0,93 | 1,80 |
| $nC_4$ | 0,8 | 2,22 | 0,220 | 12,88 | 2,230 | 1,170 | 1,3 | 2,14 | 0,09 | 5,22 | 18,10 |
| $iC_4$ | 1,05 | 1,52 | 0,200 | 11,83 | 1,520 | 0,800 | 1,9 | 1,44 | 0,08 | 4,64 | 16,47 |
| $(1+i)\ C_4'$ | 0,93 | 2,42 | 0,280 | 15,62 | 2,420 | 1,270 | 1,6 | 2,31 | 0,11 | 6,16 | 21,78 |
| (trans+cis) 2 $C_4'$ | 0,78 | 1,91 | 0,180 | 10,19 | 1,910 | 1,000 | 1,2 | 1,83 | 0,08 | 4,48 | 14,67 |
| butadienă | 0,900 | 1,00 | 0,110 | 3,72 | 1,000 | 0,520 | 1,5 | 0,94 | 0,06 | 3,24 | 6,96 |
| $nC_5$ | 0,31 | 6,24 | 0,246 | 17,79 | 20,190 | 10,600 | 0,38 | 19,96 | 0,23 | 16,56 | 34,35 |
| $iC_5$ | 0,39 | 7,09 | 0,346 | 24,83 | 27,530 | 14,430 | 0,50 | 27,13 | 0,40 | 28,80 | 53,63 |
| $iC_6$ | 0,175 | 32,50 | 0,720 | 62,12 | 68,360 | 35,840 | 0,155 | 68,02 | 0,34 | 29,24 | 91,36 |
| $nC_6$+ciclo $C_5$ | 0,12 | 14,68 | 0,220 | 19,72 | 17,970 | 9,420 | 0,152 | 17,88 | 0,09 | 7,74 | 27,46 |
| $iC_7$ | 0,06 | 10,26 | 0,080 | 8,80 | 27,690 | 14,520 | 0,078 | 27,61 | 0,08 | 8,00 | 16,80 |
| $iC_8$ | 0,03 | 6,57 | 0,030 | 1,66 | 2,000 | 1,050 | 0,043 | 2,00 | — | — | 1,66 |
| benzen | 0,09 | 26,60 | 0,290 | 23,29 | 12,750 | 6,680 | 0,080 | 12,71 | 0,04 | 3,12 | 26,41 |
| toluen | 0,036 | 17,56 | 0,080 | 8,98 | — | — | — | — | — | — | 8,98 |
| etilbenzen | 0,0156 | 7,57 | 0,020 | 2,28 | — | — | — | — | — | — | 2,28 |
| ortoxilen | 0,0105 | 2,65 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| metaxilen | 0,014 | 11,15 | 0,020 | 2,80 | — | — | — | — | — | — | 2,80 |
| paraxilen | 0,014 | 5,60 | 0,020 | 2,84 | — | — | — | — | — | — | 2,84 |
| $C_9^+$ | 0,0065 | 7,37 | 0,010 | 1,28 | — | — | — | — | — | — | 1,28 |
| TOTAL | — | 169,92 | 20,900 | 453,54 | 190,722 | 100,000 | — | 185,21 | 5,51 | 177,11 | 630,65 |

TABELA 6

**Calculul cantității de vapori din separatorul de medie presiune (15 ata, 70°C) și din separatorul coloanei de stabilizare (1,7 ata, 25°C)**

| Componenți | Gaze din separatorul de medie presiune, $V_1$ | | | | Gaze din separatorul coloanei de stabilizare, $V_2$ | | | | | | $V_1+V_2$, kg/h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $K_i$ | $L_i$, kmoli/h | $V_i$ | | Vapori din coloana de stabilizare | | $K_i$ | $L_i$, kmoli/h | $V_i$ | | |
| | | | kmoli/h | kg/h | kmoli/h | % moli | | | kmoli/h | kg/h | |
| hidrogen | 135 | 0,32 | 4,38 | 8,76 | 0,32 | 0,16 | 600 | — | 0,32 | 0,64 | 9,40 |
| metan | 15 | 7,39 | 10,83 | 173,26 | 7,39 | 3,80 | 95 | 1,34 | 6,05 | 96,80 | 270,06 |
| $C_2+C_2'$ | 4,5 | 0,04 | 0,02 | 0,64 | 0,04 | 0,02 | 22 | — | 0,04 | 1,16 | 1,80 |
| $nC_4$ | 0,56 | 2,30 | 0,14 | 7,64 | 2,30 | 1,18 | 1,3 | 2,16 | 0,14 | 8,12 | 15,76 |
| $iC_4$ | 0,74 | 1,60 | 0,12 | 6,79 | 1,60 | 0,82 | 1,9 | 1,46 | 0,14 | 8,12 | 14,91 |
| $(1+i)\ C_4'$ | 0,66 | 2,53 | 0,17 | 9,46 | 2,53 | 1,30 | 1,6 | 2,36 | 0,17 | 9,52 | 18,98 |
| (trans+cis) 2 $C_4'$ | 0,54 | 1,98 | 0,11 | 6,27 | 1,98 | 1,02 | 1,2 | 1,86 | 0,12 | 6,72 | 12,99 |
| butadienă | 0,62 | 1,05 | 0,06 | 3,02 | 1,05 | 0,54 | 1,5 | 0,97 | 0,08 | 4,32 | 7,34 |
| $nC_5$ | 0,22 | 6,34 | 0,14 | 10,59 | 20,29 | 10,43 | 0,38 | 19,92 | 0,37 | 26,64 | 37,23 |
| $iC_5$ | 0,27 | 7,24 | 0,20 | 14,03 | 27,68 | 14,23 | 0,50 | 27,07 | 0,61 | 43,92 | 57,95 |
| $iC_6$ | 0,12 | 32,83 | 0,39 | 33,74 | 68,69 | 35,33 | 0,155 | 68,18 | 0,51 | 48,86 | 82,60 |
| $nC_6$+ciclo $C_5'$ | 0,09 | 14,76 | 0,14 | 12,84 | 18,05 | 9,28 | 0,152 | 17,92 | 0,13 | 11,18 | 24,02 |
| $iC_7$ | 0,045 | 10,29 | 0,05 | 5,20 | 27,72 | 14,25 | 0,078 | 27,61 | 0,11 | 11,00 | 16,20 |
| $iC_8$ | 0,038 | 6,57 | 0,02 | 1,66 | 2,00 | 1,03 | 0,043 | 2,00 | — | — | 1,66 |
| benzen | 0,064 | 26,69 | 0,17 | 13,93 | 12,84 | 6,61 | 0,080 | 12,78 | 0,06 | 4,68 | 18,61 |
| toluen | 0,0175 | 17,22 | 0,02 | 2,76 | — | — | — | — | — | — | 2,76 |
| etilbenzen | 0,0103 | 7,58 | 0,01 | 1,22 | — | — | — | — | — | — | 1,22 |
| ortoxilen | 0,070 | 2,65 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| metaxilen | 0,0092 | 11,17 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| paraxilen | 0,0092 | 5,62 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $C_9^+$ | 0,0043 | 7,32 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| TOTAL | — | 173,55 | 16,97 | 311,81 | 194,48 | 100,00 | — | 185,63 | 8,85 | 281,68 | 593,49 |

TABELA 7

**Calculul cantității de vapori din separatorul de medie presiune (20 ata, 70°C) din separatorul coloanei de stabilizare (1,7 ata, 25°C)**

| Componenți | Gaze din separatorul de medie presiune, $V_1$ | | | | Gaze din separatorul coloanei de stabilizare, $V_2$ | | | | | | $V_1+V_2$, kg/h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $K_i$ | $L_i$, kmoli/h | $V_i$ | | Vapori din coloana de stabilizare | | $K_i$ | $L_i$, kmoli/h | $V_i$ | | |
| | | | kmoli/h | kg/h | kmoli/h | % moli | | | kmoli/h | kg/h | |
| hidrogen | 110 | 0,430 | 4,270 | 8,54 | 0,43 | 0,22 | 600 | — | 0,43 | 0,86 | 9,40 |
| metan | 11,6 | 9,257 | 8,963 | 143,39 | 9,257 | 4,70 | 95 | 1,297 | 7,96 | 127,36 | 270,75 |
| $C_2+C_2'$ | 3,8 | 0,044 | 0,016 | 0,52 | 0,044 | 0,02 | 22 | — | 0,04 | 1,28 | 1,80 |
| $nC_4$ | 0,47 | 2,350 | 0,090 | 4,74 | 2,350 | 1,20 | 1,3 | 2,180 | 0,17 | 9,86 | 14,60 |
| $iC_4$ | 0,60 | 1,638 | 0,082 | 4,59 | 1,638 | 0,83 | 1,9 | 1,458 | 0,18 | 10,44 | 15,03 |
| $(1+i)\ C_4'$ | 0,54 | 2,583 | 0,117 | 6,49 | 2,583 | 1,31 | 1,6 | 2,343 | 0,24 | 13,44 | 19,93 |
| (trans+cis)2$C_4'$ | 0,44 | 2,016 | 0,074 | 4,25 | 2,016 | 1,02 | 1,2 | 1,876 | 0,14 | 7,84 | 12,09 |
| butadienă | 0,50 | 1,065 | 0,045 | 2,21 | 1,065 | 0,54 | 1,5 | 0,965 | 0,10 | 5,40 | 7,61 |
| $nC_5$ | 0,19 | 6,382 | 0,098 | 7,57 | 20,332 | 10,33 | 0,38 | 19,862 | 0,47 | 33,84 | 41,41 |
| $iC_5$ | 0,23 | 7,297 | 0,143 | 9,93 | 27,737 | 14,08 | 0,50 | 26,867 | 0,87 | 62,64 | 72,57 |
| $iC_6$ | 0,10 | 32,945 | 0,275 | 23,85 | 68,805 | 34,92 | 0,155 | 68,145 | 0,66 | 56,76 | 80,61 |
| $nC_6$+ciclo $C_5$ | 0,074 | 14,807 | 0,093 | 8,80 | 18,097 | 9,19 | 0,152 | 17,919 | 0,18 | 15,48 | 24,28 |
| $Ci_7$ | 0,038 | 10,307 | 0,033 | 3,50 | 27,737 | 14,08 | 0,078 | 27,607 | 0,13 | 13,00 | 16,50 |
| $iC_8$ | 0,031 | 6,573 | 0,017 | 1,32 | 2,003 | 1,02 | 0,043 | 2,003 | — | — | 1,32 |
| benzen | 0,055 | 26,736 | 0,124 | 10,34 | 12,886 | 6,54 | 0,080 | 12,826 | 0,06 | 4,68 | 15,02 |
| toluen | 0,013 | 17,238 | 0,002 | 1,10 | — | — | — | — | — | — | 1,10 |
| etilbenzen | 0,008 | 7,585 | 0,005 | 0,70 | — | — | — | — | — | — | 0,70 |
| ortoxilen | 0,005 | 2,650 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| metaxilen | 0,007 | 11,170 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| paraxilen | 0,007 | 5,620 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $C_9^+$ | 0,003 | 7,380 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| TOTAL | — | 176,073 | 14,447 | 241,84 | 196,976 | 100,00 | — | 185,346 | 11,63 | 362,88 | 604,72 |

TABELA 8

**Calculul cantității de vapori din separatorul de medie presiune (30 ata, 70°C) și din separatorul coloanei de stabilizare (1,7 ata, 25°C)**

| Componenți | Gaze din separatorul de medie presiune, $V_1$ | | | | Gaze din separatorul coloanei de stabilizare, $V_2$ | | | | | | $V_1+V_2$, kg/h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $K_i$ | $L_i$, kmoli/h | $V_i$ | | Vapori din coloana de stabilizare | | $K_i$ | $L_i$, kmoli/h | $V_i$ | | |
| | | | kmoli/h | kg/h | kmoli/h | % moli | | | kmoli/h | kg/h | |
| hidrogen | 84 | 0,788 | 3,912 | 7,80 | 0,798 | 0,40 | 600 | — | 0,798 | 1,60 | 9,40 |
| metan | 8 | 13,428 | 4,792 | 92,62 | 12,428 | 6,18 | 95 | 1,29 | 11,138 | 178,21 | 270,83 |
| $C_2+C_2'$ | 2,6 | 0,051 | 0,009 | 0,32 | 0,051 | 0,02 | 22 | — | 0,051 | 1,48 | 1,80 |
| $nC_4$ | 0,35 | 2,391 | 0,0490 | 2,36 | 2,391 | 1,19 | 1,3 | 2,13 | 0,261 | 15,14 | 17,50 |
| $iC_4$ | 0,45 | 1,676 | 0,044 | 2,38 | 1,676 | 0,83 | 1,9 | 1,43 | 0,246 | 14,27 | 16,65 |
| $(1+i)\ C_4'$ | 0,40 | 2,639 | 0,061 | 3,36 | 2,639 | 1,31 | 1,6 | 2,31 | 0,329 | 18,42 | 21,78 |
| (trans+cis) 2 $C_4'$ | 0,33 | 2,050 | 0,040 | 2,35 | 2,050 | 1,02 | 1,2 | 1,85 | 0,200 | 11,20 | 13,55 |
| butadienă | 0,38 | 1,086 | 0,024 | 1,08 | 1,086 | 0,54 | 1,5 | 0,94 | 0,146 | 7,88 | 8,96 |
| $nC_5$ | 0,14 | 6,432 | 0,048 | 3,97 | 20,382 | 10,15 | 0,38 | 19,74 | 0,642 | 43,22 | 50,19 |
| $iC_5$ | 0,175 | 7,301 | 0,139 | 9,64 | 27,741 | 13,80 | 0,50 | 26,53 | 1,211 | 87,19 | 96,83 |
| $iC_8$ | 0,078 | 73,068 | 0,152 | 13,27 | 68,928 | 34,30 | 0,155 | 68,00 | 0,928 | 79,81 | 93,08 |
| $nC_6$+ciclo $C_5$ | 0,058 | 14,847 | 0,053 | 5,36 | 18,137 | 9,02 | 0,152 | 17,87 | 0,267 | 22,96 | 28,32 |
| $iC_7$ | 0,030 | 10,322 | 0,018 | 2,00 | 27,752 | 13,80 | 0,078 | 27,54 | 0,212 | 21,20 | 23,20 |
| $iC_8$ | 0,013 | 6,584 | 0,006 | 0,06 | 2,010 | 1,00 | 0,043 | 2,01 | — | — | 0,06 |
| benzen | 0,043 | 26,722 | 0,138 | 5,97 | 12,942 | 6,44 | 0,080 | 12,84 | 0,102 | 7,96 | 13,96 |
| toluen | 0,0083 | 17,240 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| etilbenzen | 0,0052 | 7,590 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ortoxilen | 0,0035 | 2,650 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| metaxilen | 0,0046 | 11,170 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| paraxilen | 0,0046 | 5,620 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $C_9^+$ | 0,0022 | 7,380 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| TOTAL | — | 181,035 | 9,485 | 152,57 | 201,01 | 100,00 | — | 184,48 | 16,531 | 513,54 | 666,11 |

Comparînd rezultatele prezentate în tabela 1 — compoziția și cantitatea fluxurilor măsurate într-un separator al unei coloane de stabilizare — — cu acelea calculate, (tabela 2), rezultă o bună concordanță între ele.

Rezultatele obținute lucrînd în separatorul de medie presiune la presiuni de 5, 7, 10, 15, 20 și 30 ata sînt redate în tabelele 3—8. Pentru a se putea urmări mai ușor rezultatele obținute, în tabela 9 se indică numai cantitatea

TABELA 3

**Calculul cantității de vapori din separatorul de medie presiune (5 ata, 70°C) și din separatorul coloanei de stabilizare (1,7 ata, 25°C)**

| Componenți | Gaze din separatorul de medie presiune, $V_1$ | | | | Gaze din separatorul coloanei de stabilizare, $V_2$ | | | | | | $V_1+V_2$, kg/h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $K_i$ | $L_i$, kmoli/h | $V_i$ | | Vapori din coloana de stabilizare | | $K_i$ | $L_i$, kmoli/h | $V_i$ | | |
| | | | kmoli/h | kg/h | kmoli/h | % moli | | | kmoli/h | kg/h | |
| hidrogen | 270 | 0,098 | 4,602 | 9,20 | 0,098 | 0,05 | 600 | — | 0,09 | 0,18 | 9,38 |
| metan | 44 | 2,108 | 16,112 | 257,80 | 2,108 | 1,15 | 95 | 1,028 | 1,08 | 17,28 | 275,08 |
| $C_2 + C_2'$ | 13 | 0,018 | 0,045 | 1,20 | 0,018 | 0,01 | 22 | — | 0,02 | 0,58 | 1,78 |
| $nC_4$ | 1,50 | 1,936 | 0,504 | 29,24 | 1,936 | 1,06 | 1,3 | 1,906 | 0,03 | 1,74 | 30,98 |
| $iC_4$ | 1,95 | 1,285 | 0,436 | 25,23 | 1,285 | 6,70 | 1,9 | 1,265 | 0,02 | 1,16 | 26,39 |
| $(1 + i)\ C_4'$ | 1,70 | 2,079 | 0,621 | 34,78 | 2,079 | 1,13 | 1,6 | 2,038 | 0,04 | 2,24 | 37,02 |
| (trans+cis) 2 $C_4'$ | 1,40 | 1,681 | 0,409 | 22,90 | 1,681 | 0,92 | 1,2 | 1,661 | 0,02 | 1,12 | 24,02 |
| butadienă | 1,65 | 0,865 | 0,247 | 13,33 | 0,862 | 0,47 | 1,5 | 0,843 | 0,02 | 1,08 | 14,41 |
| $nC_5$ | 0,57 | 5,901 | 0,585 | 42,13 | 19,851 | 10,80 | 0,38 | 19,671 | 0,18 | 12,96 | 55,09 |
| $iC_5$ | 0,70 | 6,115 | 1,321 | 95,10 | 26,555 | 14,50 | 0,50 | 26,395 | 0,16 | 11,52 | 106,62 |
| $iC_6$ | 0,30 | 31,574 | 1,646 | 143,21 | 67,434 | 36,76 | 0,155 | 67,324 | 0,11 | 9,46 | 152,67 |
| $nC_6$+ciclo $C_5$ | 0,22 | 14,350 | 0,549 | 47,80 | 17,640 | 9,62 | 0,152 | 17,600 | 0,04 | 3,44 | 51,24 |
| $iC_7$ | 0,11 | 10,146 | 0,194 | 19,49 | 27,576 | 15,03 | 0,078 | 27,498 | 0,02 | 2,00 | 21,44 |
| $iC_8$ | 0,05 | 0,533 | 0,057 | 6,49 | 1,963 | 1,07 | 0,043 | 1,963 | — | — | 6,49 |
| benzen | 0,145 | 26,198 | 0,666 | 51,95 | 12,348 | 6,73 | 0,080 | 12,348 | — | — | 51,95 |
| toluen | 0,054 | 17,081 | 0,159 | 14,59 | — | — | — | — | — | — | 14,59 |
| etilbenzen | 0,028 | 7,553 | 0,037 | 3,90 | — | — | — | — | — | — | 3,90 |
| ortoxilen | 0,021 | 2,641 | 0,009 | 1,00 | — | — | — | — | — | — | 1,00 |
| metaxilen | 0,027 | 11,116 | 0,054 | 5,73 | — | — | — | — | — | — | 5,73 |
| paraxilen | 0,027 | 5,594 | 0,026 | 2,78 | — | — | — | — | — | — | 2,78 |
| $C_9^+$ | 0,013 | 7,364 | 0,016 | 2,04 | — | — | — | — | — | — | 2,04 |
| TOTAL | — | 162,234 | 28,195 | 829,84 | 183,435 | 100,00 | — | 181,606 | 1,83 | 64,76 | 894,60 |

TABELA 4

**Calculul cantității de vapori din separatorul de medie presiune (7ata, 70°C) și din separatorul coloanei de stabilizare (1,7 ata, 25°C)**

| Componenți | Gaze din separatorul de medie presiune, $V_1$ | | | | Gaze din separatorul coloanei de stabilizare, $V_2$ | | | | | | $V_1+V_2$, kg/h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $K_i$ | $L_i$, kmoli/h | $V_i$ | | Vapori din coloana de stabilizare | | $K_i$ | $L_j$, kmoli/h | $V_i$ | | |
| | | | kmoli/h | kg/h | kmoli/h | % moli | | | kmoli/h | kg/h | |
| hidrogen | 220 | 0,14 | 4,56 | 9,12 | 0,14 | 0,07 | 600 | 0,01 | 0,13 | 9,26 | 9,38 |
| metan | 31 | 3,23 | 14,99 | 239,82 | 3,23 | 1,72 | 95 | 1,23 | 2,00 | 32,00 | 271,82 |
| $C_2+C_2'$ | 9,30 | 0,025 | 0,035 | 1,08 | 0,025 | 0,01 | 22 | — | 0,02 | 0,72 | 1,80 |
| $nC_4$ | 1,05 | 2,11 | 0,33 | 19,26 | 2,11 | 1,13 | 1,3 | 2,07 | 0,04 | 2,32 | 21,58 |
| $iC_4$ | 1,40 | 1,42 | 0,30 | 17,23 | 1,42 | 0,76 | 1,9 | 1,37 | 0,05 | 2,90 | 20,13 |
| $(1+i)\ C_4'$ | 1,25 | 2,27 | 0,43 | 24,02 | 2,27 | 1,21 | 1,6 | 2,21 | 0,06 | 3,36 | 27,38 |
| (trans+cis) 2 $C_4'$ | 1,00 | 1,82 | 0,27 | 15,23 | 1,82 | 0,97 | 1,2 | 1,78 | 0,04 | 2,24 | 17,47 |
| butadienă | 1,20 | 0,94 | 0,17 | 8,96 | 0,94 | 0,50 | 1,5 | 0,92 | 0,02 | 1,08 | 10,04 |
| $nC_5$ | 0,40 | 6,12 | 0,36 | 26,43 | 20,07 | 10,71 | 0,38 | 19,94 | 0,13 | 9,36 | 35,79 |
| $iC_5$ | 0,51 | 6,91 | 0,53 | 37,79 | 27,35 | 16,50 | 0,50 | 27,11 | 0,24 | 17,28 | 55,07 |
| $iC_6$ | 0,23 | 32,11 | 1,11 | 95,66 | 67,97 | 36,27 | 0,155 | 67,80 | 0,17 | 14,62 | 110,28 |
| $nC_6$+ciclo $C_5$ | 0,152 | 14,56 | 0,34 | 30,04 | 17,85 | 9,53 | 0,152 | 17,79 | 0,06 | 5,16 | 35,20 |
| $iC_7$ | 0,08 | 10,22 | 0,12 | 12,00 | 27,65 | 14,76 | 0,078 | 27,81 | 0,04 | 4,00 | 16,00 |
| $iC_8$ | 0,039 | 6,55 | 0,04 | 3,94 | 1,98 | 1,06 | 0,043 | 1,96 | — | — | 3,94 |
| benzen | 0,12 | 26,40 | 0,46 | 36,55 | 12,55 | 6,70 | 0,080 | 12,55 | — | — | 36,55 |
| toluen | 0,04 | 17,14 | 0,10 | 10,82 | — | — | — | — | — | — | 10,82 |
| etilbenzen | 0,022 | 7,56 | 0,03 | 3,34 | — | — | — | — | — | — | 3,34 |
| ortoxilen | 0,015 | 2,64 | 0,01 | 1,26 | — | — | — | — | — | — | 1,26 |
| metaxilen | 0,02 | 11,15 | 0,02 | 2,80 | — | — | — | — | — | — | 2,80 |
| paraxilen | 0,02 | 5,60 | 0,02 | 3,90 | — | — | — | — | — | — | 3,90 |
| $C_9^+$ | 0,0093 | 7,37 | 0,01 | 1,28 | — | — | — | — | — | — | 1,28 |
| TOTAL | — | 166,285 | 24,235 | 600,53 | 187,375 | 100,00 | — | 598,12 | 3,00 | 95,30 | 695,83 |

TABELA 9

**Variaţia cantităţilor de vapori evacuate din cele două separatoare în funcţie de presiunile din separatorul de medie presiune**

| Presiune, ata / Efluent gazos, kg/h | 5 | 7 | 10 | 15 | 20 | 30 | 46 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_1$ | 829,84 | 600,53 | 453,54 | 311,81 | 241,84 | 152,87 | — |
| $V_2$ | 64,76 | 95,30 | 177,11 | 281,68 | 362,88 | 513,54 | 1051,15 |
| $V_1 + V_2$ | 894,60 | 695,83 | 630,65 | 593,94 | 604,72 | 686,41 | 1051,15 |

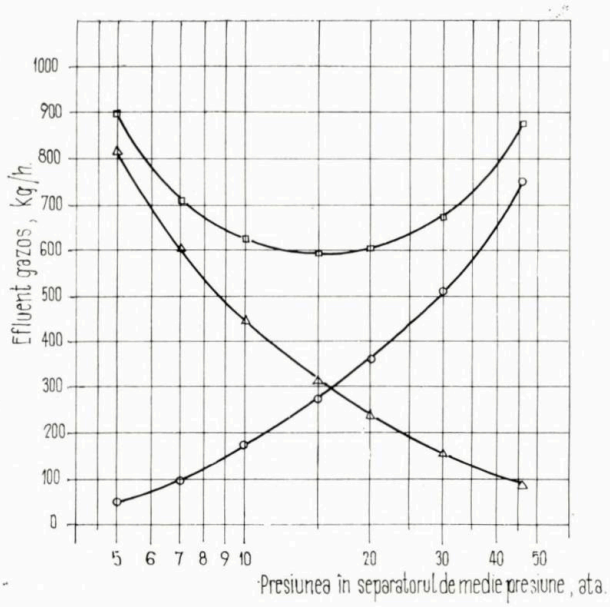



Fig. 2. Variaţia cantităţilor de gaze evacuate din cele două separatoare în funcţie de presiunea din separatorul de medie presiune; △ Efluent gazos din separatorul de medie presiune, kg/h; ○ Efluent gazos din separatorul coloanei de stabilizare, kg/h; □Cantitatea totală de efluent evacuată din cele două separatoare, kg/h.

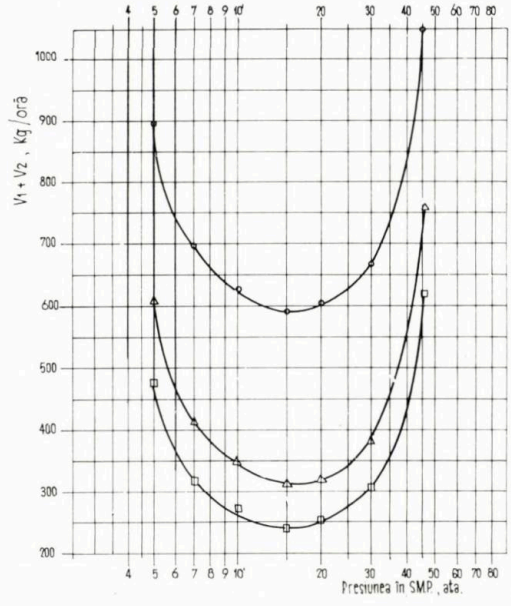



Fig. 3. Variaţia „pierderilor" de hidrocarburi în gaze, în funcţie de presiunea din separatorul de medie presiune: □ Componenţi $C_5^+$ în efluentul gazos, kg/h; △ Componenţi $C_4^+$ în efluentul gazos, kg/h; ○Total efluent gazos, kg/h.

TABELA 10

**Debitul şi compoziţia „benzinei uşoare", produsul de vîrf al coloanei de stabilizare, în funcţie de presiunea din separatorul de medie presiune**

| Componenţi | Presiunea în separator ata | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | | 7 | | 10 | | 15*) | | 20 | | 30 | | 46** | |
| | % gr | kg/h | % gr. | kg/h | % gr. | kg/h | % gr | kg/h | %gr | kg/h | %gr | kg/h | % gr. | kg/h |
| Metan | 0,11 | 2,62 | 0,13 | 3,35 | 0,13 | 3,44 | 0,14 | 3,75 | 0,14 | 3,74 | 0,13 | 3,40 | — | — |
| Butani+butilene+ butadienă | 2,91 | 69,30 | 3,10 | 80,00 | 3,21 | 84,91 | 3,26 | 87,45 | 3,26 | 87,08 | 3,22 | 84,04 | — | — |
| Pentani (n+i) | 22,11 | 526,53 | 22,29 | 575,12 | 22,22 | 587,80 | 22,14 | 593,91 | 22,03 | 588,48 | 21,90 | 571,56 | 26,76 | 457,2 |
| Hexani+ciclopentan | 48,63 | 1 158,07 | 48,41 | 1249,06 | 48,39 | 1280,08 | 48,40 | 1 298,33 | 48,45 | 1 294,24 | 48,56 | 1 267,36 | 48,62 | 992,6 |
| Benzen | 6,41 | 152,65 | 6,43 | 165,90 | 6,48 | 171,42 | 6,52 | 174,91 | 6,56 | 175,24 | 6,58 | 171,73 | 7,48 | 138,4 |
| Heptani + | 19,83 | 472,23 | 19,64 | 506,74 | 19,57 | 517,70 | 19,54 | 524,16 | 19,56 | 522,50 | 19,61 | 511,80 | 17,17 | 411,8 |
| TOTAL | 1 00,00 | 2 381,4 | 100,00 | 2 580,17 | 100,00 | 2 645,35 | 100,00 | 2 682,51 | 100,00 | 2 671,28 | 100,00 | 2 609,81 | 100,00 | 2 000 |

*) Corespunde presiunii optime în separatorul de medie presiune
**) Corespunde situaţiei fără separator de medie presiune

totală de vapori din cele două separatoare, de unde se observă că faza gazoasă separată în separatorul de medie presiune se micşorează continuu, în timp ce cantitatea de gaze evacuate din separatorul coloanei de stabilizare creşte.

Din figura 2, care prezintă grafic rezultatul acestor calcule, se observă că presiunea optimă pentru care cantitatea de gaze eliminate din cele două separatoare este minimă corespunde la 15 ata. Totodată, din figura 3, se observă că la presiunea considerată optimă, în afară de cantitatea totală de efluent gazos, şi cantitatea de $C_4^+$, $C_5^+$ prezintă valori minime.

În acelaşi timp, cantitatea de produs lichid de la vîrful coloanei de stabilizare, anume calculat pentru exemplul considerat (tabela 10), este cu circa 600 kg/h mai mare decît în cazul-limită în care s-ar lucra fără separator de medie presiune.

Din aceeaşi tabelă se constată că, în situaţia optimă în comparaţie cu aceea în care se lucrează fără separator de medie presiune, cantitatea de componenţi $C_5^+$ creşte şi că apare în plus o fracţiune butan-butene. (Calculele s-au efectuat într-o instalaţie de piroliză).

Din cele expuse rezultă că este indicat ca instalaţiile ce lucrează distructiv în prezenţă de hidrogen sub presiune să aibă intercalat între separatorul de înaltă presiune şi coloana de stabilizare un separator de medie presiune, condiţiile optime pentru acest din urmă vas putînd fi determinate în funcţie de recuperarea unei cantităţi maximale de fracţiune $C_4$ lichidă.

BIBLIOGRAFIE


1. Robu, V. I. Distilare fracţionare, Ed. tehnică, Bucureşti, 1963.
2. Madden, S. T. şi Grayson, H. G. Hydrocarbon Processing, **40**, 9 1961; p. 207—218.


# CRONICĂ

## TÎRGUL INTERNAŢIONAL DE LA POZNAN—1973

În acest an, Tîrgul internaţional de la Poznan şi-a schimbat caracterul de prezentare. Vor avea loc două manifestări generale, diferenţiate pe ramuri, şi anume :

1. Tîrgul tehnic care se va desfăşura între 10—19 iunie.

2. Tîrgul bunurilor de consum TAKON, 23—30 septembrie.

În cadrul TAKON-ului, independent de expoziţia articolelor expuse pe ramuri, vor avea loc două manifestări de specialitate :

1. Tîrgul ambalajelor — TAROPA — — 73.

2. Salonul maşinilor de imprimat — POLIGRAFIA — 73.

Programul a fost astfel conceput pentru a crea participanţilor condiţii favorabile pentru promovarea legăturilor comerciale.

Pe o suprafaţă de 140 000 m², vor fi prezentate produse aparţinînd celor 4 000 de firme expozante. Vor participa prin colective naţionale următoarele ţări : Austria, Belgia, Bulgaria, Cuba, Danemarca, Spania, Finlanda, Franţa, Anglia, Ungaria, India, Irlanda, Italia, Japonia, Luxemburg, Norvegia, Olanda, R. D. Germană, R. F. Germania, R. S România, Suedia, Elveţia, U. R. S. S. S. U. A., Cehoslovacia, Iugoslavia.

Expozanţii din Berlinul de vest şi din Lichetenstein vor prezenta produsele lor în cadrul unor standuri individualizate pe firme.

În ultimii ani, numeroşi participanţi şi-au mărit permanent standurile de expunere, şi anume : expozanţii polonezi şi colectivele din : Belgia, Bulgaria, Franţa, Olanda, Elveţia şi R. F. Germania.

În cadrul tîrgului va funcţiona şi în acest an biroul pentru obţinerea de informaţii tehnice care va pune la dispoziţia vizitatorilor specializaţi, un vast material informativ de serviciu.

Tehnicienii care vor vizita tîrgul vor avea la dispoziţia lor — printre altele — ghizi calificaţi.

Programul prevede, de asemenea, 90 de conferinţe şi filme referitoare la perfecţionările din domeniul electronicii şi electrotehnicii, automaticii industriale, aparaturii de măsurare, precum şi al maşinilor unelte şi maşinilor de construcţie. Pentru a face expunerile accesibile numeroşilor auditori, vor exista şi traduceri simultane.

Vor avea loc conferinţe de specialitate, însoţite de demonstraţii practice, urmate de expuneri suplimentare şi de discuţii, în domeniul respectiv.

Biroul de informaţii tehnice va procura, la cerere, informaţii privind noutăţile prezentate la Poznan şi analize comparative.

Biroul de informaţii tehnice pregăteşte, de asemenea, buletinul de noutăţi tehnice, în limbile : poloneză, rusă, germană şi engleză.

*Interesul deosebit pentru tîrgul bunurilor de consum*

Faptul de a fi creat o a doua manifestare cu caracter de specialitate pe ramuri industriale, va permite folosirea spaţiilor expoziţionale ale tîrgului de două ori pe an, organizare care asigură mari posibilităţi de a se prezenta produse care pînă în prezent nu găseau condiţii corespunzătoare, în cadrul manifestării generale. Primele informaţii arată că se va profita din plin de această posibilitate.

Întreprinderile poloneze industriale şi comerciale a căror sferă de activitate se află în profilul TAKON-ului au prezentat cererile lor de participare în direcţii cu profil specializat. Expozanţii polonezi vor deţine un teren în suprafaţă de 25 000 m².

Întreprinderile sovietice vor expune produse a şase ramuri de activitate pe o suprafaţă de 2 500 m². Întreprinderile din R. P. Chineză vor deţine o suprafaţă de 650 m², Italia 3000 m². Întreprinderile cubaneze, maghiare, cehoslovace, olandeze şi belgiene, precum şi cele din R.D. Germană şi R. F. Germania şi-au anunţat şi ele participarea.

Beneficiază de un interes deosebit următoarele sectoare industriale : textile, confecţii, articole de uz casnic, chimie aplicată, echipamente de radio şi televiziune. Producătorii străini anunţă, de asemenea, prezenţa lor cu produse în sectoarele industriei alimentară, de mobilă, pielărie, hîrtie, sport şi turism, suveniruri.

Pînă în prezent, cererea de terenuri pentru expunerea produselor totalizează 40 000 m².

# Pilele cu hidrocarburi-formă superioară de valorificare a combustibililor naturali. III.

# Randamentele conversiei energiei chimice a hidrocarburilor în sistemele cu reformare externă și internă

Maria Mavrodin-Tărăbîc, Ioana Onaca și I. Solacolu

Pilele cu hidrocarburi sînt un procedeu avantajos de conversie a energiei chimice a combustibililor naturali, deoarece realizează această conversie cu randamente mult superioare celor obținute prin procedeele convenționale [1]. Întrucît în prezent utilizarea pe scară largă a pilelor cu hidrocarburi, teoretic posibilă în toate domeniile tehnicii, este limitată de prețul de cost relativ ridicat al energiei electrice furnizate de aceste surse și deoarece mărimea randamentului de conversie este o mărime determinantă a prețului de cost al acesteia, studiile privind eficiența conversiei energiei unui anumit combustibil — stabilirea parametrilor optimi de funcționare ai unei pile cu hidrocarburi — sînt pe deplin justificate.

Așa cum am arătat într-o lucrare publicată anterior [2], electrooxidarea hidrocarburilor este o operație practic posibilă, care se poate realiza fie în așa-numitele „sisteme de pile cu hidrocarburi cu oxidare directă", fie în „pile cu hidrocarburi cu sisteme de reformare".

Principiul care stă la baza obținerii curentului electric în pilele cu hidrocarburi cu oxidare directă este electrooxidarea catalitică directă a hidrocarburilor pe un anod adecvat. Aplicațiile practice ale acestui procedeu sînt însă limitate de prețul ridicat al electrocatalizatorului folosit și de consumul mare de masă catalitică, de coroziunea avansată a instalațiilor provocată de utilizarea unui electrolit acid în pile, de performanțele electrice relativ scăzute ale sistemelor de pile construite pînă în prezent.

Pilele cu hidrocarburi cu sisteme de reformare înlătură unele dintre dezavantajele enumerate mai sus, deoarece folosesc drept combustibil anodic hidrogenul obținut prin reformarea catalitică a hidrocarburilor; cu toate că la transformarea combustibilului primar (hidrocarbura) într-un combustibil secundar (hidrogenul) se înregistrează o oarecare pierdere de energie, pilele cu hidrocarburi cu sisteme de reformare reprezintă un procedeu avantajos de conversie a energiei chimice a hidrocarburilor, deoarece permite folosirea drept combustibil primar a unor fracțiuni petroliere — hidrocarburi cu un număr mare de atomi de carbon în moleculă. S-au realizat astfel de sisteme fie cu „reformare externă" (folosind un reformator de hidrocarburi separat de pila propriu-zisă), fie cu „reformare internă" (cu sistemul de reformare incorporat în compartimentul anodic al pilei).

Spre deosebire de pilele cu hidrocarburi cu sistem de reformare externă, care păstrează unele dintre dezavantajele pilelor cu hidrocarburi cu oxidare directă enumerate mai înainte, pilele cu hidrocarburi cu sistem de reformare internă înlătură aceste dezavantaje, prin folosirea drept anod într-o celulă cu electrolit alcalin a unor membrane de difuzie pe bază de paladiu, care realizează electrooxidarea selectivă a hidrogenului, împiedicînd în acest fel carbonatarea soluției de electrolit.

## 1. Randamente în pilele cu hidrocarburi cu sisteme de reformare

Reacția care stă la baza obținerii curentului electric în pilele cu hidrocarburi cu sisteme de reformare este electrooxidarea hidrogenului rezultat în urma reformării catalitice a hidrocarburii. În acest scop amestecul de hidrocarbură și apă este trecut printr-un pat de catalizator în care are loc dehidrogenarea hidrocarburii și conversia oxidului de carbon rezultat, conform schemei:

$$C_nH_{2n+2} + n\ H_2O \rightarrow n\ CO + (2n+1)\ H_2$$

$$n\ CO + 2n\ H_2O \rightarrow n\ CO_2 + n H_2$$

$$C_nH_{2n+2} + 2n\ H_2O \rightarrow n\ CO_2 + (3n+1)\ H_2$$

Într-o astfel de instalație se pot defini următoarele randamente:

— *randamentul de conversie a hidrocarburii* $\eta_c$, ca urmare a conversiei incomplete a hidrocarburii în reformator:

$$\eta_c = \frac{\text{cantitatea de hidrogen produsă în reformator}}{\text{conținutul în hidrogen al amestecului hidrocarbură + apă}} \quad (1)$$

— *randamentul de schimb de căldură* $\eta_s$, care definește pierderile de căldură în sistem:

$$\eta_s = \frac{\text{căldura primită}}{\text{căldura disponibilă}} \quad (2)$$

— *randamentul de utilizare a hidrogenului* $\eta_u$, care exprimă pierderile de hidrogen ca urmare a electrooxidării incomplete a acestuia :

$$\eta_u = \frac{\text{cantitatea de hidrogen consumat anodic}}{\text{conținutul total în hidrogen al gazelor cracate}} \quad (3)$$

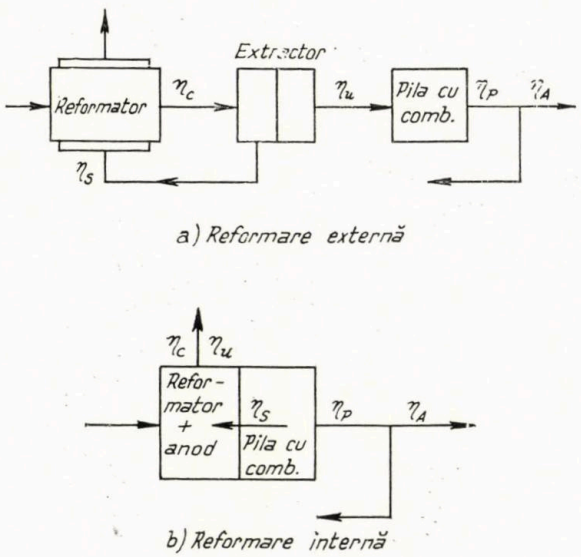



Fig. 1. Randamente în pile cu hidrocarburi cu sisteme de reformare.

— *randamentul pilei* $\eta_p$, care se referă la transformarea incompletă a energiei interne a hidrogenului consumat în energie electrică :

$$\eta_p = \frac{\text{energie electrică produsă}}{\text{entalpia hidrogenului consumat}} \quad (4)$$

— *randamentul auxiliar al pilei* $\eta_A$, care exprimă pierderile ohmice în electrolit, contacte, conductoare :

$$\eta_A = \frac{\text{energie electrică netă eliberată}}{\text{energie electrică produsă}} \quad (5)$$

— *randamentul net al sistemului* $\eta_N$, randamentul conversiei energiei chimice a hidrocarburii în energie electrică :

$$\eta_N = \eta_c \cdot \eta_s \cdot \eta_u \cdot \eta_p \cdot \eta_A \cdot \frac{(3n+1)\Delta Q_1}{\Delta Q_2}, \quad (6)$$

în care :

$\Delta Q_1$ este căldura internă a hidrogenului la temperatura pilei;

$\Delta Q_2$ — căldura internă a hidrocarburii la temperatura mediului ambiant.

În figura 1 sînt reprezentate schematic randamentele de conversie a energiei chimice a hidrocarburii în energie electrică, realizate în pilele cu hidrocarburi cu reformare externă (*a*) și cu reformare internă (*b*).

## 2. Randamentul în sistemele cu reformare externă

Bilanțul energetic al unui sistem cu reformare externă (fig. 1, *a*) este :

$$\eta_c^{\Delta Q_R} + \Delta Q_V = \eta_s \left[(1-\eta_u)(3n+1)\Delta Q_1 + (1-\eta_c)\Delta Q_2\right], \quad (7)$$

în care :

$\Delta Q_R$ este cantitatea de căldură necesară reformării hidrocarburii;

$\Delta Q_V$ — cantitatea de căldură necesară vaporizării și supraîncălzirii amestecului hidrocarbură-apă.

Randamentul de conversie a hidrocarburii ($\eta_c$), exprimat prin ecuația (1), prezintă o limită teoretică stabilită de termodinamica procesului de reformare a hidrocarburii și care poate să atingă valori apropiate de unitate, în cazul folosirii unor catalizatori de reformare adecvați și a unor condiții optime de lucru ; în practică valorile randamentelor de conversie sînt limitate de factori cinetici la mărimi cuprinse între 0,8 și 0,9, în funcție de natura hidrocarburii utilizate.

Randamentul pilei $\eta_p$, exprimat prin ecuația (4), prezintă o limită teoretică, impusă de pierderile de entropie ale sistemului și o limită practică, determinată de prețul de cost al instalației, la valori cuprinse între 0,5 și 0,8.

Randamentul de utilizare a hidrogenului, $\eta_u$, exprimat prin ecuația (3), prezintă o limită teoretică legată de necesitatea alimentării reformatorului cu căldură (0,7—0,9) și, practic, valoarea sa este limitată de mărimea randamentului de conversie și a randamentului de schimb de căldură dintre cuptor și reformator.

Mărimea randamentului auxiliar, $\eta_A$, se poate apropia teoretic de unitate, în cazul unui sistem simplu, dar, în practică, valoarea sa pentru sistemele de pile cu hidrocarburi care furnizează putere mică este de aproximtiv 0,6—0,7, fiind ceva mai ridicată pentru sistemele care furnizează putere mare.

## 3. Randamente în sistemele cu reformare internă

Bilanțul termic al pilelor cu hidrocarburi cu sistemul de reformare inclus în compartimentul anodic are o expresie diferită de cea a bilanțului termic al pilelor cu hidrocarburi cu sistem de reformare externă, deoarece în sistemele cu reformare internă căldura necesară procesului endoterm de reformare este furnizată de reacția exotermă de electrooxidare a hidrogenului :

$$\eta_c \Delta Q_R + \Delta Q_V = (3n+1)\,\eta_c \cdot \eta_u \cdot \eta_s \cdot (1-\eta_p) \cdot \Delta Q_1, \quad (8)$$

în care $\eta_{s'}$, este randamentul de schimb de căldură, diferit de cel folosit în ecuaţia (7), şi care se exprimă :

$$\eta_{s'} = \frac{Q - Q_{N_2} - Q_{mediu}}{Q}, \qquad (9)$$

în care :

$Q$ este cantitatea de căldură produsă în reacţia exotermă din pilă;

$Q_{N_2}$ — căldura antrenată de aerul sărac în oxigen care părăseşte spaţiul catodic;

$Q_{mediu}$ — căldura pierdută în mediul ambiant.

Randamentul pilei se poate exprima în funcţie de forţa electromotoare a pilei ($E$) prin relaţia :

$$\eta_p = \frac{2FE}{\Delta Q_1}. \qquad (10)$$

Ecuaţia (8) devine :

$$\eta_c \Delta Q_R + \Delta Q_V = (3n+1)\eta_c \cdot \eta_u \cdot \eta_{s'} \cdot (\Delta Q_1 - 2FE) \qquad (11)$$

Limita practică a randamentului de conversie $\eta_c$ este mai scăzută în cazul sistemelor cu reformare internă, datorită temperaturii scăzute de lucru şi din considerente de transfer de căldură; această scădere a randamentului de conversie se datoreşte unor considerente atît de ordin termodinamic, cît şi de ordin cinetic (condiţiile specifice de extracţie a hidrogenului prin membrana de paladiu modifică echilibrul reacţiei de conversie în sens defavorabil) [3, 4].

Tabela 1

**Randamente în pila cu metanol cu sistem de reformare externă**

| Randament | Limita teoretică | Limita practică | Realizat în instalaţie |
|---|---|---|---|
| $\eta_C$ | 1,0 | 0,95 | 0,91 |
| $\eta_P$ | 0,93 | 0,78 | 0,64 |
| $\eta_A$ | 1,0 | 0,95 | 0,83 |
| $\eta_S$ | 1,0 | 0,80 | 0,70 |
| $\eta_U$ | 0,78 | 0,77 | 0,76 |
| $\eta_N$ | 0,83 | 0,53 | 0,41 |

Tabela 2

**Randamente în pila cu metanol cu sistemul de reformare încorporat în compartimentul anodic (reformare internă)**

| Randament | Limita teoretică | Limita practică | Realizat în instalaţie |
|---|---|---|---|
| $\eta_C$ | 1,0 | 0,91 | 0,84 |
| $\eta_P$ | 0,73 | 0,69 | 0,64 |
| $\eta_A$ | 1,0 | 0,95 | 0,86 |
| $\eta_{S'}$ | 1,0 | 0,90 | 0,69 |
| $\eta_U$ | 1,0 | 0,97 | 0,95 |
| $\eta_N$ | 0,83 | 0,66 | 0,50 |

Randamentul auxiliar, $\eta_A$, este mai mare în sistemele cu reformare internă, datorită simplificării instalaţiilor auxiliare folosite.

Spre deosebire de sistemele cu reformare externă, valoarea randamentului pilei $\eta_p$ este teoretic limitată de cerinţele bilanţului termic.

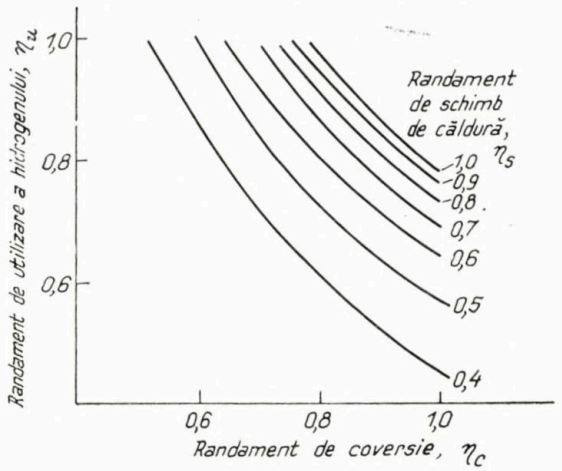



Fig. 2. Relaţia dintre randamentul de conversie, randamentul de utilizare a hidrogenului şi randamentul de schimb de căldură, într-o pilă cu reformare cu metanol.

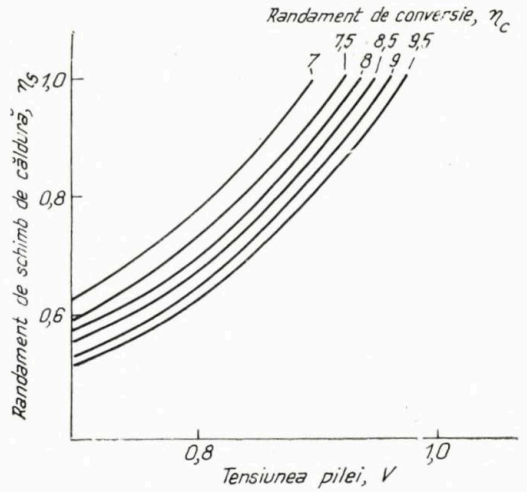



Fig. 3. Relaţia dintre randamentul de schimb de căldură, randamentul de conversie a hidrocarburii şi tensiunea în circuit deschis a unei pile cu sistem de reformare cu metanol.

Deoarece, în prezent, dezvoltarea pe scară industrială a pilelor cu hidrocarburi este limitată de preţul de cost ridicat al instalaţiilor şi că singurele sisteme de reformare rentabile sînt cele care folosesc drept combustibil metanolul [5], pentru a oferi o imagine comparativă a randamentelor realizate în sistemele de pile — cu reformare externă şi cu reformare internă —, în tabelele 1 şi 2 se prezintă cîteva date caracteristice privind randamentele realizate, în figurile 2 şi 3 — dependenţa dintre randamentul de utilizare a hidrogenului ($\eta_u$), randamentul de conversie ($\eta_c$), randamentul de

schimb de căldură ($\eta_s$) şi forţa electromotoare a pilei ($E$), iar în figura 4 — dependenţa dintre diferitele călduri implicate în proces şi puterea debitată de pilă în circuit exterior.

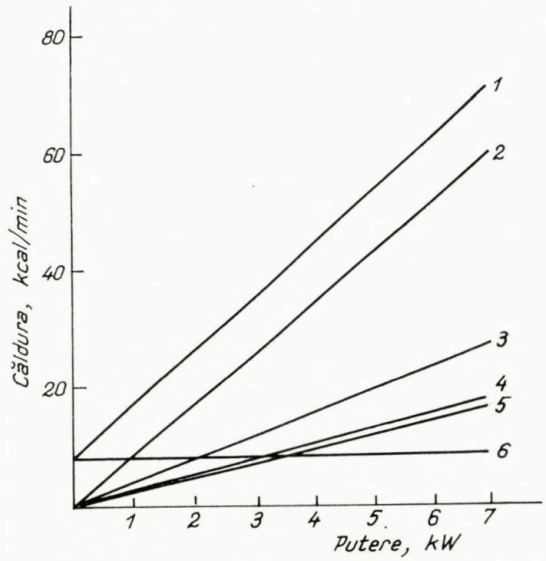



Fig. 4. Variaţia mărimii cantităţilor de căldură schimbate într-o pilă cu sistem de reformare, în funcţie de puterea debitată în circuitul exterior:

*1* — căldura totală necesară pentru reformarea ($Q_R$); *2* — căldura totală produsă în pilă ($Q$ ); *3* — căldura totală necesară pentru vaporizare şi supraîncălzire ($\Delta Q_V$); *4* — căldura necesară pentru reacţie în cazul unui randament de conversie maxim; *5* — pierderile de căldură prin antrenare cu aerul sărac în oxigen din spaţiul catodic ($Q_{N_2}$); *6* — pierderile de căldură în mediul ambiant ($Q_{mediu}$).

## 4. Concluzii

1. Randamentele realizate în conversia energiei chimice a combustibililor naturali (hidrocarburile) în energie electrică într-o pilă cu combustibil prevăzută cu sisteme de reformare depinde de : conţinutul în hidrogen al combustibilului primar (hidrocarbura), eficienţa conversiei hidrocarburii, de randamentul de schimb de căldură şi al utilizării hidrogenului în pilă, precum şi de caracteristicile electrice şi termice ale sistemului de pilă ales.

2. În cazul folosirii unor sisteme de reformare a hidrocarburii încorporate în compartimentul anodic al pilei, randamentul net de conversie a energiei chimice a combustibilului primar în energie electrică este superior celui realizat în pilele cu sisteme de reformare externă, datorită asigurării căldurii necesare reacţiei endoterme de reformare catalitică a hidrocarburii pe seama căldurii degajate în reacţia exotermă de electrooxidare a hidrogenului.

3. Valorile ridicate ale randamentelor de conversie a energiei chimice a combustibililor naturali, realizate în pilele cu hidrocarburi cu sisteme de reformare, recomandă aceste procedee ca un mijloc avantajos de valorificare a combustibililor convenţionali, în măsura rezolvării problemelor legate de găsirea unor catalizatori de reformare rezistenţi la impurităţile sulfuroase conţinute de fracţiunile petroliere lichide (hidrocarburi cu un număr mare de atomi de carbon în moleculă), de folosirea unor electrocatalizatori ieftini şi eficienţi şi de realizarea unor sisteme de pile care să furnizeze densităţi mari de curent.

### BIBLIOGRAFIE


1. Mavrodin-Tărăbîc, M., Onaca, I. şi Solacolu, I. Energetica, **20**, nr. 7, 1972, p. 332.
2. Mavrodin-Tărăbîc, M., Onaca, I. şi Solacolu, I. Petrol şi gaze, **23**, nr. 9, 1972, p. 536.
3. Radovici, O., Mavrodin-Tărăbîc, M., Onaca, I. şi Solacolu, I. Studii şi cercetări de chimie, **21**, nr. 3, 1973, p. 335.
4. Gregory, D. P. şi Heilbronner, H. Hydrocarbon Fuel Cell Technology, ed. Backer, B. S., Academic Press, New York, 1965, p. 509.
5. Bréelle, Y., Degobert, P. şi Rouhier, G. Rev. Inst. Français de Pétrole, **XXI**, nr. 5, 1966, p. 764.

# ASPECTE ALE RUPERII FRAGILE ȘI PREVENIREA EI LA CONSTRUCȚIILE METALICE ALE INSTALAȚIILOR DE FORAJ *)

M. J. Săvulescu și D. Rașeev

## 1. Manifestări ale ruperilor fragile

Experiența mondială a exploatării construcțiilor metalice a scos în evidență tendința de rupere fragilă (fără deformare) a oțelurilor nealiate și slab aliate.

Seria ruperilor fragile a fost începută în anul 1938 de prăbușirea podului din Rüdersdorf urmată de ruperi similare a unor poduri din Belgia, Canada, Germania, Australia.

Dar marea serie a ruperilor fragile au suferit-o navele Liberty la care au fost înregistrate un număr impresionant de avarii ce au constituit un bogat material statistic de cercetare.

Nici recipienții și conductele nu au fost evitate de ruperile fragile, putînd fi citate : rezervoare din oțel St. 2 avariate în U.R.S.S. la temperaturi de —43°C, rezervorul de 30 000 m³ al Uzinelor Bremen spart în anul 1953, rezervoare avariate în S.U.A.

Cu toate cercetările și măsurile luate în ultimii 15—20 ani ruperile fragile, deși în număr tot mai mic, continuă să apară.

Se poate cita în acest sens podul King's Bridge construit în anul 1961 și prăbușit în iulie 1962.

Problema este menținută în actualitate atît de experiența avariilor grave petrecute, cît și de deosebita răspundere pe care o presupune execuția unor construcții metalice mari care incluzînd în pereții lor energii considerabile, prin ruperea lor ar provoca accidente grave.

Din studiul statistic al avariilor produse reies o serie de concluzii :

a. Nici un fel de construcție metalică nu a fost evitată de ruperea fragilă (fără deformații plastice vizibile și propagată cu mare viteză).

b. Avariile s-au produs de regulă în perioada de iarnă.

c. Sarcinile exterioare care încărcau construcția în momentul ruperii, erau sub valoarea nominală.

d. Starea tenace și fragilă a oțelurilor este o caracteristică independentă de sudare (s-au rupt fragil și construcții nituite).

e. Nu s-a produs însă nici o rupere de construcție sudată care să nu înceapă de la un defect provenit din sudare și în special de la fisurile din zona influențată termic.

f. O construcție sudată trebuie să satisfacă două grupe de condiții :

— Trebuie dimensionată încît solicitările exterioare să fie sub limita capacității de rezistență a materialului sau sub limita de stabilitate.

— Materialul trebuie să aibă astfel de proprietăți și să fie astfel utilizat în construcție, încît din compunerea solicitărilor și a tensiunilor interne rezultate din prelucrarea materialului (deformare, sudare) și a altor influențe (îmbătrînire) să nu apară diminuări periculoase ale capacității de deformare care să afecteze siguranța la rupere fragilă.

g. Cauzele care pot declanșa ruperea fragilă într-o construcție metalică sînt :

— defecțiuni de concepție ;
— alegerea neadecvată a oțelului ;
— tehnologie de sudare necorespunzătoare ;
— executare defectuoasă a sudării și a pregătirii piesei înaintea sudării.

h. Factorii care pot afecta comportarea oțelului într-o construcție metalică :

— spațialitatea stării tensionale ;
— temperatura ;
— viteza de solicitare.

Tenacitatea este un coeficient de siguranță esențial al construcției și numai acționarea simultană a factorilor fragilizanți fac imposibilă absorbția tenace a propagării fisurii, conducînd la ruperea fragilă.

Un oțel tenace poate deveni fragil în cadrul unei construcții.

Cercetările efectuate în ultimii ani duc la gruparea a două mari probleme :

I. Explicarea fragilității din punctul de vedere al metalurgiei fizice prin prisma structurii atomice (micromecanismul ruperii fragile).

II. Găsirea unor metode de verificare a siguranței la ruperea fragilă și luarea măsurilor de prevenire (studiul corelat al factorilor metalurgici, stării de tensiuni, temperaturii și vitezei de solicitare).

## 2. Aspecte ale ruperii fragile legate de instalațiile de foraj

În condițiile forajului în zone cu climat rece a apărut problema garantării construcțiilor metalice ale instalațiilor de foraj, la temperaturi scăzute.

*) Susținută pe data de 8 octombrie 1971 la Prima sesiune de comunicări științifice a Institutului de petrol-Ploiești.

Studiul comportării la rupere fragilă a construcţiilor metalice ale instalaţiilor de foraj prezintă următoarele aspecte :

— nu există în literatura de specialitate un studiu statistic al ruperilor fragile ale construcţiilor reale în paralel cu probele de laborator aşa cum a fost efectuat la nave ;

— dimensiunile acestor construcţii şi implicit costul, nu permit probarea lor în mărime naturală ;

— complexitatea solicitărilor la care sînt supuse, forma constructivă (sisteme multiplu static nedeterminate) asociate cu dificultăţile măsurării tensiunilor interne în îmbinările sudate ale acestor construcţii executate din laminate cu grosimi destul de mari (10 — 30 mm) fac foarte dificilă stabilirea spaţialităţii stărilor de tensiuni, factor fragilizant de mare importanţă în studiul ruperilor fragile.

În condiţiile date se impune studierea elementelor din componenţa construcţiilor metalice sudate ale instalaţiilor de foraj care să fie cît mai reprezentative privind ruperea fragilă şi cît mai universal valabile prin frecvenţa utilizării lor în construcţiile metalice sudate.

Elementele care în urma analizei critice a construcţiilor metalice a instalaţiilor de foraj prezintă un interes deosebit din punctul de vedere al ruperii fragile sînt grinzile principale de susţinere a panoului mesei la instalaţiile de foraj (fig. 1).

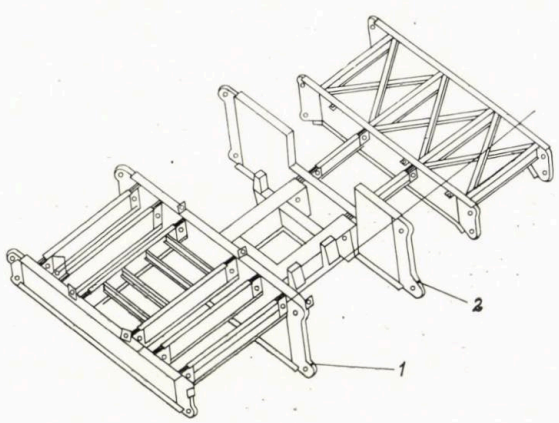



Fig. 1

Aceste grinzi sînt executate din tablă cu grosimi de 20 mm şi 10 mm fiind realizate atît prin suduri cap la cap, cît şi prin suduri de colţ.

Grinzile principale ale podului sondei (fig. 1) sînt solicitate la încovoiere la sarcini mari (greutatea coloanei de foraj sau tubaj) iar vitezele de solicitare sînt, de asemenea, mari (aşezarea garniturii în pene).

Probleme deosebite din punctul de vedere al solicitărilor apar :

— datorită încărcării grinzilor prin intermediul unor urechi sudate pe inimă ;

— datorită rezemării grinzilor prin intermediul furcilor sudate de grindă şi asamblate prin bolţuri de restul construcţiei.

În sfîrşit, o ultimă precizare este aceea că aceste grinzi se găsesc în componenţa tuturor instalaţiilor de foraj.

Au fost efectuate două măsurători experimentale de tensometrare a grinzilor principale de la panoul mesei la instalaţia F 220 care şi-au propus să stabilească :

— modul de distribuţie al eforturilor în secţiunile grinzii ;

— schema reală de descărcare a grinzii în construcţia metalică spaţială.

Încărcarea grinzilor şi citirile au fost efectuate în treptele în care este realizată probarea turlelor la uzina producătoare:

0, 100 t, 150 t, 175 t, 200 t, 225 t, 250 t.

Încărcarea grinzilor a fost făcută pe tălpi, neputînd fi realizată cea reală.

Rezultatele măsurătorilor pun în evidenţă următoarele :

— Grinzile încărcate simetric prezintă diagrama teoretică de încovoiere, excepţie făcînd punctele măsurate din apropierea sudurilor de colţ (nervuri), şi punctele din capetele grinzilor (de pe urechile sudate de grindă) unde apar perturbări destul de puternice cauzate de compunerea tensiunilor date de încărcarea exterioară, cu tensiunile interne date de cordoanele de sudură.

— Se remarcă de asemenea perturbări cauzate de descărcarea grinzii prin bolţuri în construcţia spaţială, ce se manifestă prin fluctuaţia valorilor măsurătorilor efectuate pe urechile de prindere, cît şi prin schimbarea de semn a tensiunilor dintr-un punct măsurat cu varierea încărcării grinzilor.

— Valorile eforturilor maxime măsurate sînt sub valorile tensiunilor maxime calculate.

Măsurătorile efectuate au arătat că aceste elemente ale construcţiilor metalice ale instalaţiilor de foraj, prin construcţia şi execuţia lor pun reale probleme privind trispaţialitatea tensiunilor care poate fi elucidată prin aplicarea unor metode moderne de măsurare a tensiunilor interne pe diverse variante constructive şi tehnologice, care pot conduce în final la schimbarea soluţiei sau la luarea unor măsuri speciale (tratamente termice, tehnologie specială).

După cum am mai arătat problema măsurării tensiunilor interne în vederea stabilirii spaţialităţii stării de tensiuni prezintă o serie de dificultăţi la care se cumulează şi aceea a experimentării în final a construcţiei propriu-zise în condiţiile influenţei simultane asupra ei a celor trei factori cu efect fragilizant : starea de solicitare, temperatura şi viteza de solicitare.

Datorită dimensiunilor mari ale acestor grinzi apar atît probleme de ordin economic,

cît și din punctul de vedere al realizării probelor în condiții reale.

În această situație un rol deosebit este acordat calității materialelor, pentru care deosebit de importantă este obținerea simultană a :

— proprietăților de rezistență;

— sudabilității cu cele două aspecte ale ei :

— aptitudinea la sudare;

— siguranța la rupere.

### 3. Studiul comparat al comportării unor oțeluri de construcție la fragilitatea la rece

3.1. *Industria metalurgică modernă realizează în cadrul unui același oțel din punctul de vedere al rezistenței la rupere calități care diferă prin reziliență și rezistență la îmbătrînire.* A IX-a conferință internațională pentru tehnica sudurii prin doc. IIS 22—59 ca și normele din diferite țări prevăd gradarea oțelurilor de construcție în 4 sau 3 clase de calitate avînd drept criteriu reziliența minimă admisă pentru diverse temperaturi, funcție de severitatea normelor respective.

În țara noastră s-a acordat în ultimii ani o atenție deosebită acestor probleme și s-a trecut de asemenea la o clasificare a oțelurilor destinate construcțiilor sudate în funcție de temperatura de tranziție între starea tenace și cea fragilă, reglementată prin STAS 500—68.

Trebuie însă arătat că alegerea unui oțel de clasă superioară va trebui să fie bine justificată și absolut necesară deoarece prețul de cost crește considerabil cu calitatea oțelului.

3.2. *Obiectivele studiului și mijloacele de investigare.* Valorificarea cît mai completă a proprietăților de rezistență ale unui oțel într-o anumită construcție metalică este condiționată de cunoașterea sudabilității sale care în ultima instanță înseamnă pentru un oțel pus în operă dacă prezintă tendință la fisurare în zonele unde există concentratori de tensiuni și dacă are capacitatea ca în condițiile de solicitare și temperatură specifice construcției, să se opună propagării unor fisuri deja amorsate.

După cum am văzut în cadrul construcțiilor metalice ale instalațiilor de foraj, este dificilă experimentarea în mărime naturală la temperaturi scăzute, ceea ce conduce la necesitatea utilizării unor probe convenționale mici, completate eventual cu probe care tind să se apropie de construcție atît prin aspecte geometrice, cît și tehnologice.

În acest sens au fost cercetate mărci de oțeluri de construcție în vederea comparării lor din punctul de vedere al siguranței la ruperea fragilă, rezultatele obținute urmînd a fi corelate ulterior, cu factorii fragilizanți specifici construcției reale.

Metodele de investigare prezintă o serie de aspecte interesante și în parte nesoluționate pînă în prezent.

Cea mai răspîndită concepție de asigurare împotriva ruperii fragile este bazată pe noțiunea de temperatură de tranziție.

Inconvenientele acestei concepții sînt :

a) Fiecare oțel de construcție are o temperatură de tranziție care nu poate fi considerată o constantă a lui depinzînd de starea lui structurală și de starea de tensiuni la care este probat.

b) Construcțiile metalice au temperaturi de tranziție proprii dar deocamdată nu a putut fi stabilită o mărime cifrică cuprinsă atît în epruvetă, cît și în construcție, exprimînd legătura și care să permită calcularea și verificarea construcției, din datele oferite de epruvete.

Deosebit de utilă în elucidarea legăturii dintre probele convenționale și construcție, este verificarea ipotezei conform căreia diferența dintre temperatura de tranziție a construcției și cea a probei convenționale se datorește în exclusivitate stării de tensiuni fiind aproximativ egală la toate oțelurile de construcție.

Această ipoteză poate fi verificată evitînd construcția, experimentînd pe diverse forme de epruvete (cu diverse stări spațiale), iar verificarea ei ar putea de asemenea răspunde la întrebarea neelucidată încă, dacă diversele metode de apreciere a comportării oțelurilor le grupează la fel și în consecință dacă superioritatea unui oțel dovedită pe o probă convențională se păstrează și în construcție.

Trebuie stabilit în final doar în ce măsură această superioritate asigură construcția împotriva ruperii fragile.

Ruperile fragile sînt puternic influențate de fenomenele termodinamice și metalurgice suferite în procesul de sudare făcînd necesară clarificarea comportării materialului în construcții sudate.

La baza încercării sudabilității unui oțel stau cele două aspecte ale ruperii fragile :

— inițierea fisurii;

— propagarea fisurii.

Dacă se ține cont de efectul (încrestărilor) concentratorilor de natură mecanică și metalurgică inerenți unei construcții metalice sudate, este evident că realizarea condițiilor de amorsare și chiar a fazei de amorsare trebuie considerată practic parcursă în condiții reale.

Această concluzie pune în valoare studiul fazei de propagare a fisurii în care se hotărăște de altfel caracterul tenace sau fragil al ruperii.

Cele mai utilizate probe pentru studiul propagării fisurii sînt epruvetele executate din materialul sudat dar care ridică următoarele probleme :

— La epruvetele la care se execută crestături, precizia cu care sînt executate joacă un rol deosebit deoarece abateri mici de amplasare a crestăturilor de la o epruvetă la alta conduc la erori mari ale rezultatelor datorită cercetării unor fișii diferite din zona influențată termic cu temperaturi maxime suferite, deosebite.

— Nu se cunoaște de asemenea pînă în prezent dacă defectele interioare sînt la fel de active ca fisurile incipiente create în epruvete.

În acest sens prezintă interes compararea epruvetelor sudate dar necrestate (numai cu defecte interne) și pe epruvete nesudate dar cu fisuri incipiente (crestături).

Deoarece extragerea epruvetelor modifică starea inițială a tensiunilor remanente din piesa sudată, pentru studierea propagării fisurării se utilizează și îmbinări la scară reală, realizate și probate în condiții cît mai apropiate de cele din practică : temperatura de exploatare, grosimea de perete, viteza de deformare, prezența diverselor fișii din zona influențată termic și deci a tensiunilor remanente.

Specifice în acest sens sînt epruvetele Roberston, Kommerell, Pellini, care caracterizează capacitatea unui material de a se opune propagării unei fisuri amorsate într-o sudură.

Avînd în vedere faptul că propagarea ruperii depinde în afară de material și de energia elastică înmagazinată în construcție, în final va trebui corelat sistemul epruvetă — mașină de încercat cu sistemul îmbinare sudată — construcție.

Un alt aspect esențial legat de sudare, este cel al tensiunilor remanente care sînt determinate de cîmpul termic, de dimensiunile constructive și de proprietățile fizico-mecanice ale oțelului.

Influența proprietăților fizico-mecanice asupra deformațiilor remanente a fost puțin cercetată dar prezintă un interes deosebit în exploatarea construcțiilor metalice sudate.

La realizarea experimentărilor trebuie ținut cont de aspectele arătate mai sus.

Materialele vor fi supuse în laborator în anumite condiții de solicitări convenționale, reproductibile, care se adresează atît materialului de bază în care se face propagarea ruperii, cît și îmbinării sudate, principală sursă de amorsă a ruperii.

Scopul final al acestor experimentări este compararea și diferențierea calitativă a oțelurilor din punctul de vedere al aptitudinii lor privind siguranța la ruperea fragilă.

3.3. *Cercetări experimentale*

3.3.1. Materialele cercetate. Alegerea oțelurilor ce fac obiectul experimentărilor s-a făcut ținînd cont de :

a. Recomandările STAS 500—68 care prevăd în grupa oțelurilor destinate construcțiilor metalice sudate următoarele mărci : OL 37, OL 42, OL 44 și OL 52.

b. Orientarea proiectantului instalațiilor de foraj, determinată de condițiile de rezistență sau de stabilitate ale construcției și reflectată în calitatea și dimensiunile materialelor alese.

c. Analiza factorilor cu efect fragilizant asupra construcțiilor metalice ale instalațiilor de foraj :

— temperatura de exploatare : —45°C ;
— viteze de solicitare mari;
— posibilitatea apariției unei stări triaxiale de tensiuni în unele elemente ale construcției metalice.

d. De necesitatea obținerii unor rezultate cît mai sigure în condițiile unui volum de experimentare optim ales.

Oțelurile studiate pot fi grupate :

a Oțelul AST 35 import R.F.G.

b) Mărci de oțeluri de construcție elaborate pînă la livrarea oțelurilor de construcție conform STAS 550—68 :

— OL 38 ABK
— OL 38 M3 (C29)
— OL 17 M 13

Mărci de oțeluri elaborate conform STAS 500 —68 :

— OL 37 — 2K
— OL 44 — 4 K
— OL 52—4 BK (Corten)

Aceste oțeluri vor fi ulterior studiate pe măsura livrării lor în vederea completării și actualizării studiului.

Grosimea tablelor încercate este cuprinsă între 16 și 25 mm. Această gamă corespunde dimensiunilor utilizate în construcțiile metalice ale instalațiilor de foraj.

Electrozii utilizați la epuvetele sudate au fost aleși pe baza unor studii efectuate de I.C.T.C.M.E. —București.

3.3.2. Rezultatele cercetărilor Culeele cercetate au principalele caracteristici arătate în tabela 1.

**Caracteristicile culeelor studiate**

TABELA 1

| Nr. crt. | Tipul oțelului | Culeul numărul | Grosime, mm | Compoziția chimică, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | C | Mn | Si | S | P | Al | Ni | Cr |
| 1 | AST 35 | 245 | 20 | 0,08 | 0,55 | 0,19 | 0,014 | 0,019 | 0,062 | — | — |
| 2 | OL 38 ABK | 121 213 | 20 | 0,18 | 0,52 | 0,21 | 0,024 | 0,018 | — | — | — |
| 3 | OL 38 ABK | 130 403 | 20 | 0,21 | 0,57 | 0,20 | 0,022 | 0,030 | — | — | — |
| 4 | C 24 | 29 326 | 20 | 0,18 | 0,58 | 0,28 | 0,023 | 0,028 | — | — | — |
| 5 | OL 38-M3 | 2 709 | 25 | 0,21 | 0,76 | 0,30 | 0,022 | 0,024 | — | — | — |
| 6 | 17 M 13 | 44 998 | 18 | 0,14 | 1,20 | 0,30 | 0,024 | 0,030 | — | — | — |

## Carbonul echivalent

Compoziția chimică a oțelurilor studiate permite calcularea carbonului echivalent : $C_e$.

Conform datelor din literatură, se consideră că un oțel are o comportare la sudare bună dacă $C_e \leqslant 0{,}45\,\%$.

La depășirea valorii indicate sudarea se face cu preîncălzire la o temperatură determinată.

Sînt cunoscute un număr mare de relații pentru calculul carbonului echivalent. În cadrul oțelurilor cercetate am utilizat pentru calculul carbonului echivalent următoarele relații :

$$\text{I.}\quad C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} + 0{,}0024$$

STAS 7 194 — 65

$$\text{II.}\quad C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \leqslant 0{,}45\ \%$$

(Formula Dearden O'Neil recomandată de I.I.S.)
(Doc IIS/11W 288—67)

$$\text{III.}\quad C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} \leqslant 0{,}44$$

(după normele japoneze) Economopoulos și Selkin.

Pentru culeele studiate valoarea $C_e$ după cele trei relații utilizate este indicată în tabela 2.

TABELA 2

**Carbonul echivalent al culeelor cercetate**

| Nr. crt. | $C_e$ calculat după relația | | |
|---|---|---|---|
| | I | II | III |
| 1 | 0,0986 | 0,08916 | 0,0970 |
| 2 | 0,1976 | 0,18865 | 0,1953 |
| 3 | 0,2345 | 0,2195 | 0,2278 |
| 4 | 0,2036 | 0,18965 | 0,2012 |
| 5 | 0,2347 | 0,2227 | 0,2352 |
| 6 | 0,355 | 0,34 | 0,3525 |

— Încercări pe materiale în stare de livrare.

Asupra materialului în stare de livrare au fost efectuate următoarele probe și încercări :

— Incercarea la tracțiune pe epruvete transversale conform STAS 200—67.

Valorile obținute sînt trecute în tabela 3.

— Încercări de încovoiere prin șoc pe epruvete avînd crestătura în formă de V, $U_3$, $U_5$ conform STAS 5 540—65.

— Temperaturile de probă + 20, 0 — 10, —20, — 30 —40°C.

Pentru fiecare temperatură de probă au fost efectuate trei încercări, valoarea trecută în tabela 4 fiind media lor.

Încercările au fost efectuate pe epruvete prelevate longitudinal și epruvete prelevate transversal din foaia de tablă.

TABELA 3

**Caracteristicile mecanice ale materialelor în stare de livrare**

| Nr. crt. | Oțel marca | Culeu numărul | Rezistența la rupere, la tracțiune, kg/mm² | Rezistența la curgere, kg/mm² | Alungire, % | Indoire $\alpha = 180°$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | AST 35 | 245 L | 40 | 29,5 | 38,5 | bună |
| | | T | 40 | 29,5 | 34 | bună |
| 2 | OL 38 ABK | 121213 L | 44 | 27,8 | 34 | bună |
| | | T | 43,5 | 28 | 28,5 | bună |
| 3 | OL 38 ABK | 130403 L | 47,5 | 27,5 | 32 | bună |
| | | T | 46,5 | 28 | 28 | bună |
| 4 | C 24 | 29326 L | 46 | 30 | | bună |
| | | T | 44 | 27,5 | 31,5 | bună |
| 5 | OL 38 M3 | 2709 L | 52,5 | 31,5 | 24 | bună |
| | | T | 49,5 | 28 | 29 | bună |
| 6 | 17 M 13 | L | | | | bună |
| | | T | 50,5 | 38 | 33 | bună |

— Îndoirea la rece pe epruvete longitudinale şi transversale conform STAS 777—65, rezultatele încercărilor fiind trecute în tabela 3.

— Încercarea sensibilităţii la îmbătrînire conform STAS 6774—63.

Rezultatele sînt trecute în tabela 5 şi reprezintă valorile medii ale rezilienţii obţinute pe patru epruvete prelevate longitudinal, probate la temperatura de +20°C.

Regimul de fragilizare utilizat :

— deformare plastică la rece : 10%

— temperatura de încălzire : 250°C.

— Încercări pe materiale sudate :

Electrozii utilizaţi pentru sudarea epruvetelor: "EL — 50 B"

Prelucrarea marginilor s-a făcut conform STAS pentru grosimile respective de tablă.

Au fost efectuate următoarele probe :

— Încercarea de tracţiune şi de îndoire a îmbinărilor sudate cap la cap (STAS 5540—65 şi STAS 777—65).

Pentru toate epruvetele încercate ruperea a avut loc în material, la valori superioare rezistenţelor de rupere determinate pe materialul în stare de livrare.

Încercările de îndoire la 180° au dat, de asemenea, rezultate bune.

— Încercarea la tracţiune a îmbinărilor sudate în colţ (STAS 5976—67).

Ruperea tuturor epruvetelor a avut loc în zona materialului de bază şi la valori superioare celor determinate pe materialul în stare de livrare.

— Încercarea la încovoiere prin şoc a epruvetelor sudate (STAS 5540—65)

— Forma crestăturii : V

— Amplasarea crestăturii : A în mijlocul cordonului de sudură,

B în zona de fuziune cordon—material de bază.

C în zona influenţată termic

— Epruvetele au fost prelevate longitudinal (în direcţia de laminare).

— Temperaturile de probă +20, 0, —10, —20, —30, —40°C.

## 4. Concluzii

4.1. *Determinările experimentale efectuate asupra celor 6 culee de oţeluri au fost grupate în* :

a) Încercări asupra materialelor de bază în stare nesudată.

b) Încercări asupra îmbinărilor sudate.

TABELA 4

| Numărul sîrjei | Oţel marca | Rezistenţa la rupere, kgf/mm² | Rezistenţa la curgere, kgf/mm² | Alungirea, % | KCU 3 kgf/mm² | | | | | | KCU 5 kgfm/cm² | | | | | | KV Kgf.m | | | | | | Îndoirea la rece $\alpha = 180°$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | +20°C | 0°C | −10°C | −20°C | −30°C | −40°C | +20°C | 0°C | −10°C | −20°C | −30°C | −40°C | +20° | 0°C | −10°C | −20°C | −30°C | −40°C | |
| L 1T | AST 35 | 40 | 29,5 | 38,5 | | | | | | | 14,9 | 15,3[1] | 15,3 | 15,3 | 15,4 | 14,7 | 15,5 | 16 | 14,9 | 14,5 | 9,25 | 8,12 | bună |
| | | 40,5 | 29,5 | 34 | | | | | | | 1068 | 9,85 | 9,45 | 8,13 | 7,73 | 7,3 | 7,98 | 6,67 | 6,03 | 4,22 | 3,44 | 2,73 | bună |
| L 2T | OL 38 ABK | 44 | 27,5 | 34 | 11,2 | 9,1 | 6,56 | 5,6 | 4,5 | 2,1 | 8,26 | 7,66 | 7,4 | 6,15 | 5,26 | 4,3 | 7,23 | 3,65 | 1,98 | 1,23 | 0835 | 046 | bună |
| | | 43,5 | 28 | 28,5 | 10,6 | 9,66 | 8,22 | 5,96 | 5,2 | 2,6 | 3,67 | 3,2 | 3 | 3,06 | 2,68 | 2,26 | 3,15 | 2,36 | 1,25 | 1,18 | 0,68 | 0,4 | bună |
| L 3T | OL 38 ABK | 47,5 | 25,5 | 32 | 9,36 | 6,2 | 5,96 | 4,03 | 3,06 | 0,64 | 10,3 | 6,67 | 6 | 4 | 3,34 | 1,47 | 7,85 | 1,27 | 0,83 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | bună |
| | | 46,5 | 27 | 28,5 | 4,6 | 3,54 | 2,96 | 2,7 | 2,5 | 1,47 | 9,66 | 8,34 | 3,06 | 3 | 2,7 | 2 | 2,8 | 2,5 | 1,1 | 1 | 0,67 | 0,3 | bună |
| L 4T | C 24 | 44,5 | 27,5 | 31,5 | 13,4 | 11,1 | 9,66 | 8,36 | 7,64 | 7,8 | 10,9 | 9,06 | 9 | 6,9 | 6 | 6,4 | 8,4 | 2,3 | 3,03 | 1,43 | 0,83 | 0,3 | |
| | | | | | 7,3 | 5,94 | 4,9 | 4,8 | 4,3 | 3,5 | 6,84 | 5 | 5,27 | 4,86 | 3,33 | 3,54 | 3,76 | 1,9 | 1,73 | 1,23 | 0,63 | 0,5 | |
| L 5T | OL 38 M3 | 52,5 | 31,5 | 27,5 | 10,2 | 8,1 | 8,0 | 6,46 | 5,4 | 4.16 | 7,68 | 7,4 | 6,94 | 5,67 | 3,8 | 3,67 | 5,65 | 3,08 | 2,65 | 1,63 | 1,4 | 0,68 | bună |
| | | 49,5 | 28 | 29'5 | 5,94 | 5,96 | 3,86 | 3,3 | 3,2 | 2,9 | 6,4 | 5,14 | 4,14 | 3,14 | 3,33 | 3,05 | 3,33 | 1,8 | 1,45 | 1,08 | 1,07 | 1,77 | bună |
| L 6T | 17 M 13 | 50,5 | 38 | 3,53 | 1,66 | 14,4 | 21, | 13,8 | 11,4 | 7,55 | 12,2 | 12,5 | 11,7 | 11,8 | 11,3 | 10 | 9,85 | 10,1 | 15,3 | 10,3 | 8 | 6,46 | |
| | | | | | 5,6 | 5,46 | 5,07 | 5,99 | 5,04 | 6,2 | 5 | 5,56 | 5,43 | 5,04 | 5,2 | 5,3 | 4,33 | 4,07 | 9,6 | 4,33 | 3,2 | 3,77 | |

TABELA 5

| Nr. şarjei | Oţelul marca | Media rezilienţelor pe epruvete iniţiale KV, kgfm | Media rezilienţei pe epruveta îmbătrînită KV$_{îî}$, kgfm | Sensibilitate la îmbătrînire KV$_{îî}$/KV | Obs. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | AST 35 | 15,5 kgfm | 13,6 kgfm | 0,876 | $>0,5$ |
| 2 | OL 38 ABK | 7,23 kgfm | 0,725 | 0,1 | $<0,5$ |
| 3 | OL 38 ABK | 7,85 | 0,625 kgfm | 0,0795 | $\ll 0,5$ |
| 4 | C 24 | 8,4 | 4,3 kgfm | 0,51 | $>0,5$ |
| 5 | OL 38 M3 | 5,65 | 0,75 kgfm | 0,133 | $<0,5$ |
| 6 | 17 M13 | 9,85 | 3,85 kgfm | 0,39 | $<0,5$ |

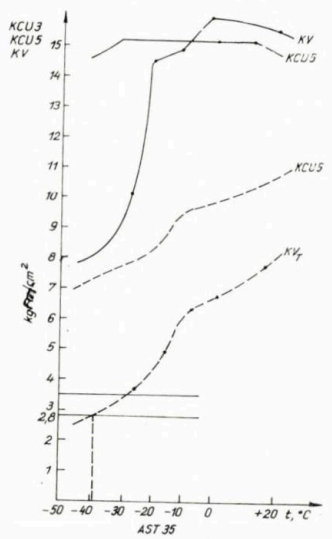



Fig. 2

Au fost efectuate în afara încercărilor prevăzute pentru recepţia materialelor încercări de rezilienţă la temperaturi scăzute care să permită atingerea obiectivelor indicate la paragraful 3.2.

Din analiza chimică a culeelor studiate au reieşit pentru carbonul echivalent valori sub limita admisă necondiţionînd sudarea cu preîncălzirea pieselor.

Din analiza curbelor de energie de rupere — — temperatură a materialelor în stare de livrare (fig. 2—7) reies următoarele aspecte:

— Pentru toate culeele studiate temperatura de tranziţie maximă a fost obţinută pe epruvetele prelevate transversal avînd crestătura în V (criteriul 2,8 kgfm).

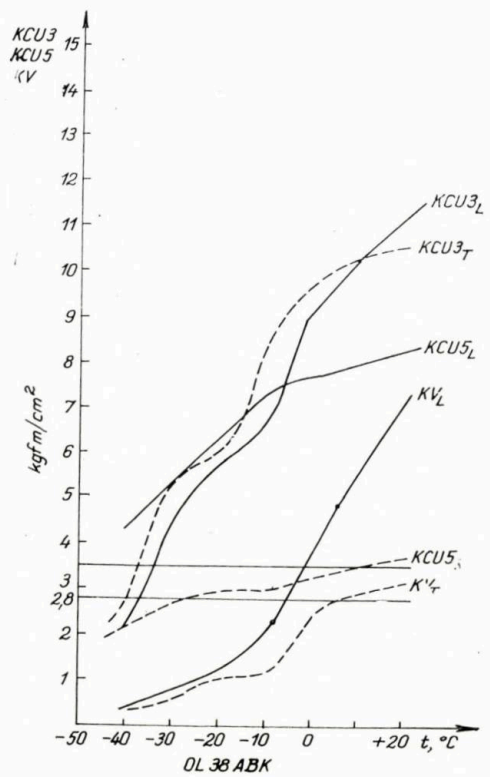



Fig. 3

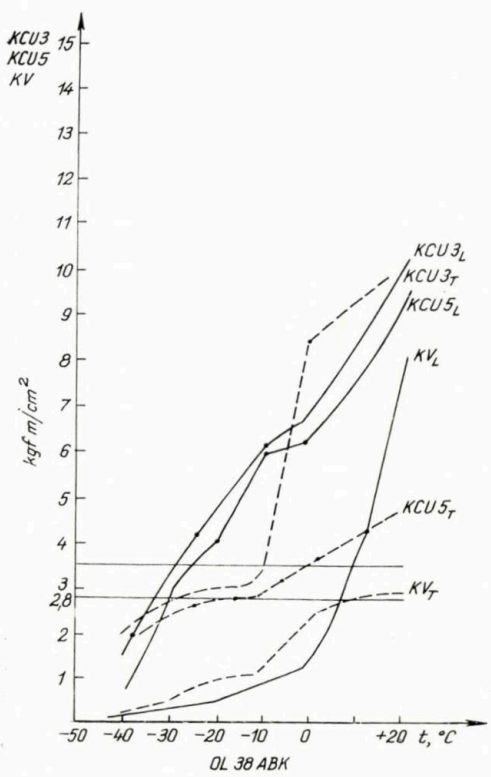



Fig. 4

— Numai oţelurile AST 35 şi 17 M13 au temperatura de tranziţie sub temperatura minimă de exploatare (—40°).

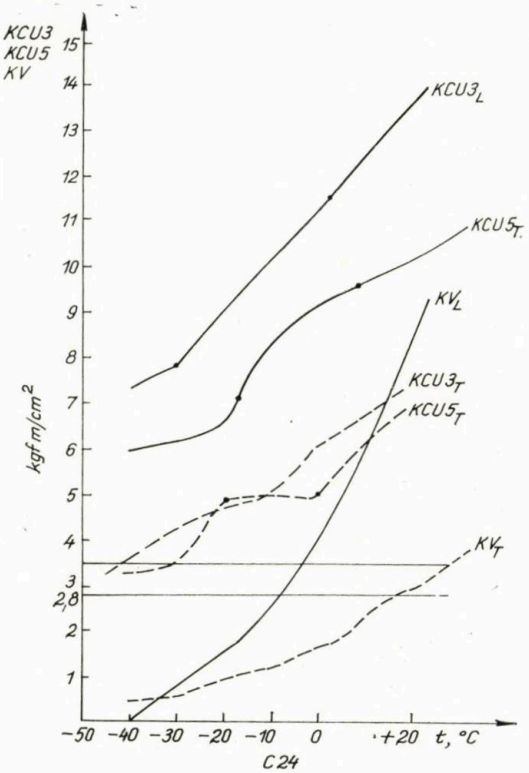



Fig. 5

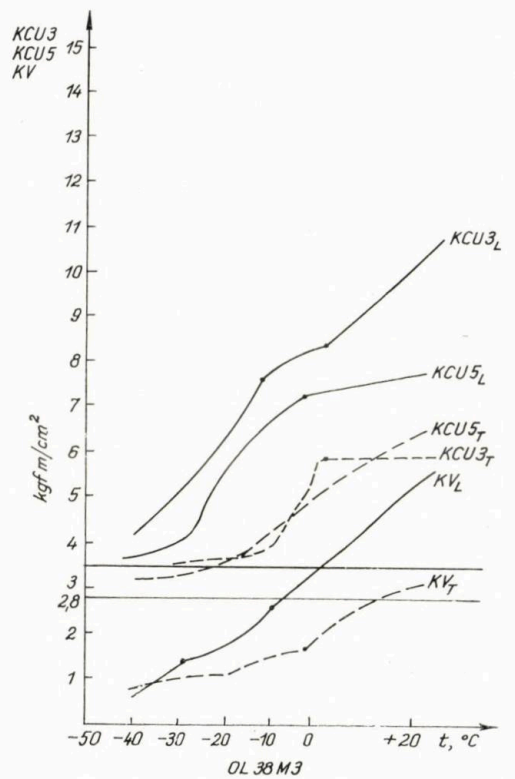



Fig. 6

— La oţelurile 38 ABK, C24 şi OL 38 M3 temperaturile de tranziţie se găsesc cuprinse între 0 şi +10°C. Aceste oţeluri se asemănă şi prin valorile apropiate ale rezistenţelor la curgere (pe epruvete transversale).

— S-a constatat o anizotropie pronunţată a proprietăţilor în direcţia transversală şi longitudinală referitor la rezilienţa oţelurilor AST 35 şi 17 M 13, cauzate de fibrajul puternic de laminare, stratificările şi incluziunile nemetalice caracteristice oţelurilor cu mangan.

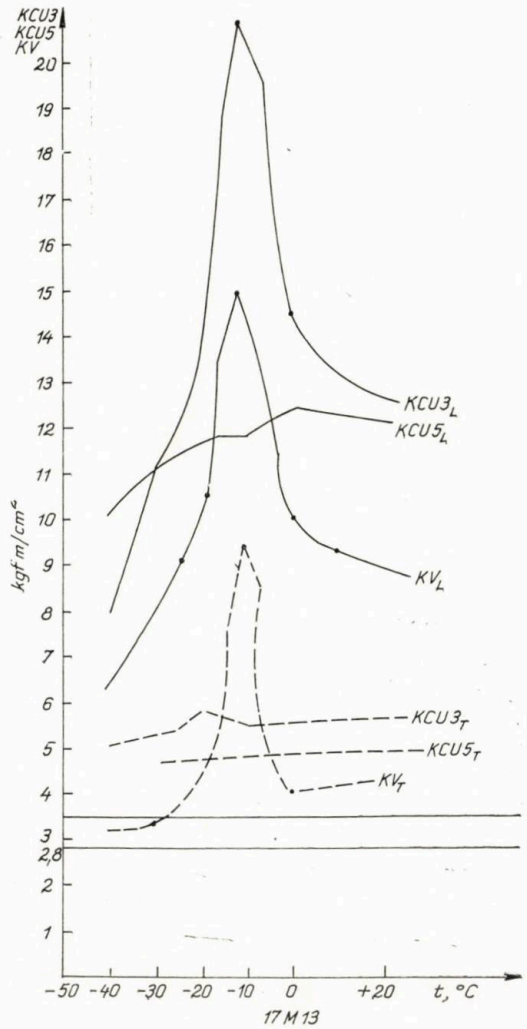



Fig. 7

— În ceea ce priveşte sensibilitatea la îmbătrînire efectuată în condiţii mai severe decît cele prevăzute în STAS 6774—63 se remarcă următoarele :

Dintre oţelurile AST 35 şi 17 M 13 care au prezentat temperaturi de tranziţie sub cele de exploatare numai AST 35 are şi o sensibilitate la îmbătrînire corespunzătoare. Oţelul C 24 care are o temperatură de tranziţie mare se comportă corespunzător la îmbătrînire în timp ce oţelurile OL 38 ABK şi OL 38 M 3 prezintă după îmbătrînire valori foarte mici pentru rezilienţe

(0,7kgfm). Diagramele care reprezintă pentru oţelurile OL 38 ABK, C 24 şi OL 38 M 3 variaţia temperaturii de tranziţie pentru diferite tipuri de epruvete de rezilienţă (fig. 8, 9, 10) conduc

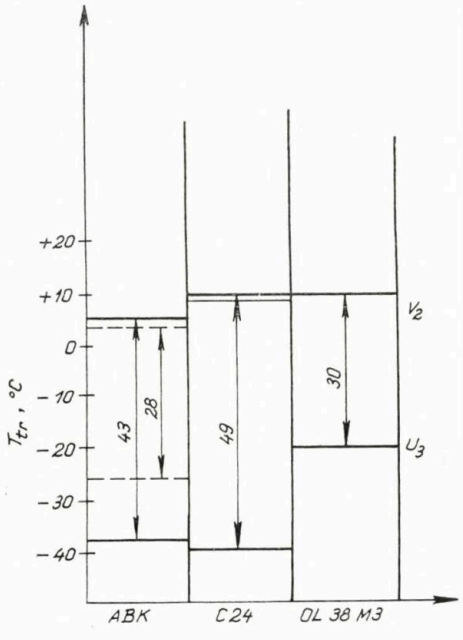



Fig. 8

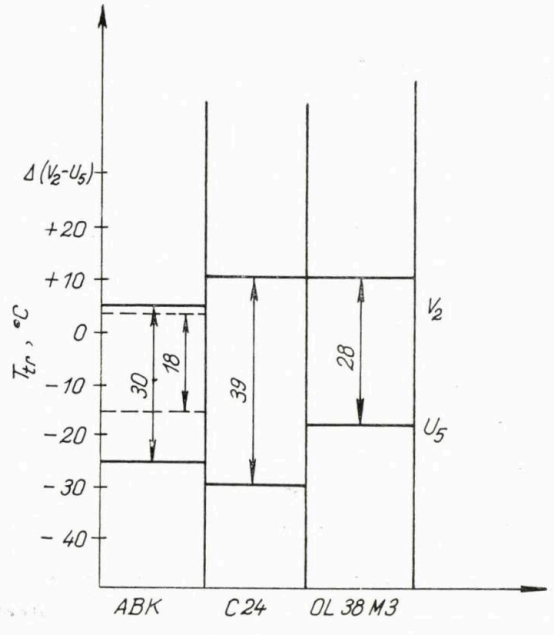



Fig. 9

la concluzia că pentru aceste oţeluri apropiate din punctul de vedere al compoziţiei chimice şi caracteristicilor mecanice se constată că diversele metode de apreciere le grupează la fel.

În lumina celor de mai sus consider utilă continuarea acestor cercetări şi pe alte oţeluri de construcţie răcind epruvetele şi sub —40°C pînă la obţinerea temperaturilor de tranziţie, pentru a putea în final generaliza dacă superioritatea unui oţel dovedită pe o probă convenţională se păstrează şi în construcţie.

Încercările pe îmbinări sudate din oţelurile cercetate nu şi-au propus să stabilească tehnologia optimă de sudare care a fost pusă la punct pentru aceste oţeluri prin lucrări anterioare celei de faţă efectuate de I.C.M. şi ITCME — Bucureşti şi prin experienţa uzinei producătoare.

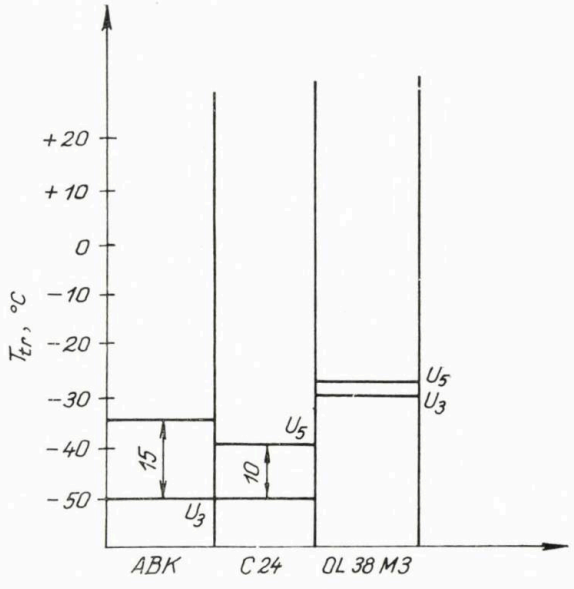



Fig. 10

Probele de tracţiune ale sudurilor cap la cap şi de colţ confirmă electrozii utilizaţi, ruperea producîndu-se în toate cazurile prin materialul de bază, la valori egale sau superioare celor obţinute pe materialul în stare de livrare.

— Încercările la încovoiere prin şoc a epruvetelor sudate au pus în evidenţă următoarele aspecte:

— Valorile maxime ale temperaturilor de tranziţie s-au obţinut pentru epruvetele cu crestătura situată în zona influenţată termic rezultînd pentru oţelurile OL 38 ABK, C 24 şi OL 38 M 3 valori sensibil egale cu cele pentru materialul de bază în stare de livrare ($t_{tr}$ = 0°C) iar pentru oţelurile AST 35 şi 17 M 13 se constată o creştere a temperaturii de tranziţie la epruvetele sudate de la —40°C la 0°C în timp ce pentru epruvetele cu crestătură în cordon şi în linia de fuziune se constată o scădere a temperaturii de tranziţie faţă de materialul de bază.

În sprijinul interesului pe care îl prezintă cercetările efectuate este producerea unor fisuri în limbile sudate pe grinzile principale ale unei instalaţii de foraj apărute în timpul manipulării lor necorespunzătoare la temperaturi scăzute.

Fisurile pornesc una din sudură şi una dintr-o tăietură executată fără rază de racordare.

Materialul cercetat (OL 38 ABK) nu a prezentat deformări plastice, iar microscopic nu s-au

evidențiat defecte de material și nici decarburări în marginea rupturii.

Compoziția chimică C = 0,23, Si = 0,24, Mr = 0,59, S = 0,030, P = 0,032.

Rezilienta KV2 la 0°C este sub 1 kgfm — sensibil la rupere fragilă.

4.2. În lumina celor arătate mai sus, consider necesară continuarea studiului pe două direcții, și anume :

— studiul unor oțeluri de construcție elaborate conform STAS 500—68 cum ar fi OL 44—4K și OL 52—4BK (CORTEN) și eventual al unor oțeluri noi de construcție în același spirit cu cele studiate pînă în prezent pentru a putea generaliza concluziile.

În alegerea oțelurilor va trebui să se țină cont eventual și de problemele pe care le ridică forajul marin.

— Vor fi studiate teoretic și experimental tensiunile interne ale unor elemente semnificative a construcțiilor metalice sudate ale instalațiilor de foraj și modul în care se cumulează cu sarcinile exterioare pentru diverse variante constructive și tehnologice pentru a stabili dacă sînt necesare exigențe speciale față de materiale, în scopul evitării unor cheltuieli inutile.

BIBLIOGRAFIE


1. Karl Ruhl Die Sprödbruchsicherheit von Stahlkonstructionen Werner-Verlag Düseldorf 1959.
2. Million Adolf, Million Carol Tendința la rupere fragilă a oțelurilor carbon nealiate și slab aliate folosite la construcțiile metalice sudate. Studiu de sinteză IDT 1967.
3. Benno Nachbar. Oțeluri pentru construcții sudabile rezistente și tenace la temperaturi scăzute. Studiu de sinteză IDT 1967.
4. Teodorescu M. Aspecte metalurgice ale ruperii fragile a oțelului. Studiu de sinteză IDT 1968.
5. Bonwkamp I. G. Recent Trends in Research on Tubular connections Journal of petroleum technology U.S.A. Noiembrie 1966.
6. Miclosi V. Alegerea și controlul oțelurilor pentru construcții din punctul de vedere al sudabilității, Construcția de mașini nr. 6—7, 1965.
7. Kuntseher-Kulke, Bäustahle dur Welt VEB Leipzig 1964.
8. *** Doc. IIS—316—68 In Soudage et techniques connexes Nr. 5/6 mai-iunie 1969.

# NOTĂ TEHNICĂ

## PERFECȚIONAREA STAȚIILOR DE PROTECȚIE CATODICĂ

Întrucît în majoritatea cazurilor, conductele metalice îngropate sînt amplasate în soluri cu agresivitate mare și foarte mare și în zone străbătute de curenți de dispersie, protecția lor anticorosivă se realizează prin izolare și protecție catodică.

Metoda cea mai des utilizată pentru protecția catodică este cea realizată prin intermediul stațiilor de protecție catodică.

Printr-o astfel de stație, protecția se obține prin injectarea unui curent redresat în circuitul compus din anodul de sacrificiu (priza anodică) — sol — conducta de protejat.

În R.S.R., în prezent, la stațiile de protecție catodică se folosesc redresori cu seleniu.

Acest tip de redresor este construit pentru a funcționa în medii ferite de intemperii. Din această cauză, redresorul se montează într-o cabină metalică amplasată pe un stîlp de beton. Acest montaj conduce la mărirea gabaritului instalației de redresare și deci la mărirea consumului de metal.

Prescrierea tensiunii la acest tip de redresor se realizează prin două comutatoare la care se conectează prizele din secundarul transformatorului de rețea. La unul din comutatoare sînt conectate prize din 10 în 10 volți pentru prescrierea grosieră, iar la cel de al doilea, din volt în volt pentru prescrierea fină. Cu aceste comutatoare, nu totdeauna se poate obține tensiunea corespunzătoare potențialului de protecție necesar.

Fabricarea în R.S.R. a diodelor cu germaniu și siliciu a permis I.C.P.T.G.-Grupului de proiectare-Ploiești să proiecteze un nou tip de redresor cu performanțe îmbunătățite față de redresorul cu seleniu. Noul redresor este dotat cu un transformator de rețea fără prize și cu un amplificator magnetic montat în secundarul acestuia. În acest caz, prescrierea tensiunii se face continuu și nu în trepte. Acest montaj, cît și performanțele îmbunătățite ale transformatorului, conduc la reducerea gabaritului și a consumului de metal, asigurînd aceeași fiabilitate.

Redresorul modernizat se pretează ușor la adaptarea unui dispozitiv de reglare automată a potențialului conductă-sol. Acest dispozitiv este un montaj tranzistorizat care lucrează comandat de potențialul conductă-sol și care comandă la rîndul său amplificatorul magnetic.

În procesul de protecție catodică împotriva coroziunii este necesară menținerea în anumite limite a potențialului conductei deoarece, depășirea limitei superioare a potențialului prescris, duce la desprinderea izolației prin hidrogenul degajat, iar depășirea limitei inferioare scoate conducta de sub protecție.

Variația potențialului în limite largi poate fi provocată de unii factori aleatori, ca :

— variația tensiunii în rețeaua de alimentare (în rețelele rurale, variația este mare) ;

— curenții de dispersie proveniți de la tramvaie sau căi ferate electrificate ;

— degradarea în timp a izolației ;

— variațiile de temperatură și umiditate ale solului.

Instalația de redresare modernizată, însă fără dispozitivul de automatizare, a fost experimentată și omologată.

Soluția cu automatizarea, cerută de procesul tehnologic, se experimentează în prezent la I.C.P.T.G.-Grup proiectare-Ploiești și rezultatele sînt satisfăcătoare.

Noile stații pot fi dotate cu aparatură de semnalizare optică la ieșirea potențialului din limitele prescrise.

Îmbunătățirile aduse se reflectă și în exploatare în sensul că supravegherea funcționării stațiilor de protecție se face la intervale mai lungi și, deci, cheltuielile vor fi mai mici.

## ENTUZIASTĂ CHEMARE LA INTRECEREA SOCIALISTĂ

Alături de ceilalți oameni ai muncii, petroliștii sînt prezenți, cu tot elanul, cu toată forța lor creatoare, în marea acțiune de realizare a cincinalului înainte de termen. Un exemplu viu în acest sens îl constituie chemarea la întrecerea socialistă a Schelei de extracție a țițeiului Boldești, către toate unitățile din industria extractivă de petrol și gaze.

Obiectivele propuse pentru a fi atinse de sondorii de la Boldești în 1973 sînt deosebit de importante. Ei își propun să depășească planul la producția globală cu 2 361 mii lei, la producția marfă cu 2 194 mii lei, la țiței extras cu 4 000 t, la gaze utilizabile cu 10 mil. m³ și la gazolină cu 50 t. Vor îmbunătăți totodată calitatea țițeiului livrat prin perfecționarea tehnologiei de tratare, astfel ca, aceasta să poată fi predat la rafinării cu cel mult 0,35% impurități și 3 kg sare vagon.

Un important țel al întrecerii socialiste îl constituie creșterea productivității muncii pe salariat cu 1337 lei urmărindu-se în principal ridicarea indicelui de folosire a fondului de timp prin întărirea disciplinei în producție, reducerea întreruperilor de orice natură în procesul de muncă.

Petroliștii de la Boldești urmăresc în acest an reducerea cheltuielilor la 1000 lei producție-marfă cu 4,30 lei îndeosebi pe seama reducerii consumurilor de energie electrică, combustibil și materiale, obținîndu-se astfel un beneficiu peste plan de 1 766 000 lei. Alt obiectiv ce se cere atins este creșterea gradului de utilizare a instalațiilor tehnologice și folosirea celor disponibile în sectoarele noi de activitate.

În vederea realizării angajamentelor propuse, colectivul de sondori de la Boldești va activiza întregul fond de sonde, asigurînd astfel un coeficient de exploatare a sondelor active de 0,960 și un coeficient de utilizare a gazelor asociate țițeiului de 99,3. În schelă vor fi extinse procedeele moderne de extracție de mare productivitate cum sînt: tratamentele cu substanțe tensioactive, injecția de apă și gaze în strat, injecția ciclică de abur, introducerea filtrelor și consolidărilor nisipului în strat, astfel încît prin aplicarea lor, să crească cu 3% debitul mediu pe sondă.

## CINCINALUL IN PATRU ANI ȘI DOUĂ LUNI

Muncitorii petroliști din Schela de extracție Brăila, sînt angajați într-o însuflețită întrecere socialistă pentru a realiza peste prevederile planului, în acest an, 6 000 t țiței extras, 300 000 m³ gaze utilizabile. Sînt hotărîți totodată să sporească coeficientul de exploatare a întregului fond de sonde la 0,975 și a debitului mediu cu 4%, să crească productivitatea muncii cu 1400 lei pe salariat și producția globală cu 1,5% la 1000 lei fonduri fixe.

Colectivul de petroliști brăileni și-au exprimat hotărîrea să înfăptuiască cu succes obiectivele stabilite de Conferința Națională și Plenara C.C. al P.C.R. din noiembrie 1972, prin îndeplinirea planului la nivelele maximale stabilite pentru anul 1973, a angajamentelor asumate și să realizeze planul cincinal în patru ani și două luni.

## PETROLIȘTII CRAIOVENI — ANGAJAȚI CU ELAN IN INTRECEREA SOCIALISTĂ

Colectivul schelei de extracție a țițeiului Craiova muncește neobosit pentru îndeplinirea cu succes a angajamentelor luate în întrecerea socialistă pentru acest an.

Depășirea planului la producția globală cu 550 000 lei, la producția marfă cu 455 000 lei, va fi materializată în următoarele cantități de produse: 2000 t țiței extras; 1 mil. m³ gaze utilizabile; 300 t gazolină. Se va urmări, totodată, îmbunătățirea calității țițeiului livrat prin perfecționarea procesului tehnologic de tratare, pentru ca acesta să nu depășească 0,33 la sută impurități și 3 kg sare/vagon.

Productivitatea muncii pe salariat urmează să crească cu 850 lei, prin folosirea judicioasă a forței de muncă și a timpului de lucru. O mare atenție se acordă, în continuare, reducerii cheltuielilor la 1000 lei producție marfă și creșterii gradului de utilizare a instalațiilor tehnologice.

## OBIECTIVE MAJORE IN INTRECEREA SOCIALISTĂ

Colectivul de muncă al Schelei Berca este angajat cu elan creator în îndeplinirea următoarelor obiective: depășirea planului la producția globală cu 232 000 lei și la producția marfă cu 400 000 lei; realizarea în plus a 500 t țiței, 3 mil. m³ gaze și 10 t de gazolină; realizarea a 400 000 lei economii prin reducerea prețului de cost; sporirea productivității muncii cu 233 lei pe salariat; scurtarea duratei operațiilor de intervenții cu 3,80%; atingerea unui coeficient de exploatare a sondelor de 0,970.

## IN 1973 SUBSTANȚIALE DEPĂȘIRI DE PLAN

Colectivele de muncă din cadrul Schelei de extracție Moinești urmăresc un program riguros pentru aprovizionarea zilnică în scule și utilaje, acordarea asistenței tehnice la toate schimburile, utilizarea maximă a fondului activ de sonde, perfecționarea metodelor de intensificare a afluenței de țiței, îmbunătățirea coeficientului de exploatare prin reactivizarea a 35 sonde. Ca urmare, în acest an, planul va fi depășit la producția globală cu 1 000 000 lei, la producția marfă cu 1 500 00 lei, la gaze utilizabile cu 1 000 000 m³ și la gazolină cu 800 t.

În toate sectoarele s-au luat măsuri în vederea utilizării mai bune a fondului de timp, pentru folosirea de metode și tehnologii noi, astfel încît productivitatea muncii să crească în acest an cu 0,5%.

Reducerea cheltuielilor la 1000 lei producție marfă cu 5 lei și creșterea gradului de utilizare a instalațiilor și utilajelor stau de asemenea în atenția petroliștilor de la Moinești.

## NOI REZERVE DE CREȘTERE A PRODUCTIVITĂȚII MUNCII

Creșterea capacității de prelucrare a instalațiilor reprezintă una din preocupările permanente ale colectivelor de muncă din rafinării.

La rafinăria Ploiești, s-a acționat în ultimul timp în această direcție printr-o normare judicioasă a muncii în instalații punîndu-se astfel în valoare importante rezerve de creștere a productivității muncii. Este cazul instalațiilor de contactare și de solventare unde s-au obținut sporuri de productivitate cuprinse între 20 și 30 %. Remarcabil este faptul că la instalația de solventare, normarea a cuprins și o serie de lucrări de îmbunătățire a tehnologiei de fabricație, executate într-un timp scurt și fără suplimentarea forței de muncă.

## ORGANIZAREA ȘTIINȚIFICĂ A PRODUCȚIEI ȘI A MUNCII

Cele 12 studii privind organizarea științifică a producției și a muncii, aplicate la Rafinăria Ploiești în 1972, au contribuit la obținerea unei producții globale suplimentare în valoare de 2,9 mil. lei și a unei producții marfă de 2,7 mil. lei. Printre studiile eficiente aplicate în rafinărie amintim: raționalizarea pompărilor de motorină, în secțiile D.A.V. 3 și D.V. 1, raționalizarea consumului de combustibil, programarea și executarea reviziei la instalația de dezasfaltare.

Planul pe 1973 cuprinde peste 30 de propuneri de studii. Cele care se referă la îmbunătățirea activității de producție vizează, printre altele, mărirea capacității de prelucrare la instalația D.A. III, reducerea cheltuielilor de exploatare la instalația de desalinare electrică, mecanizarea operațiilor de curățire la separatoare și platformele de mîl, reducerea prețului de cost la uleiul alb, obiective a căror realizare va aduce importante sporuri de producție și economii.

Prin extinderea inițiativei „Fiecare specialist — un cadru de concepție„ inginerii, economiștii, tehnicienii și maiștrii din rafinărie vor participa efectiv la elaborarea și aplicarea studiilor.

### ÎMBUNĂTĂȚIREA ACTIVITĂȚII ÎN FORAJ

Colectivul Întreprinderii de foraj Craiova a acumulat o bună experiență în muncă pentru a obține realizări superioare față de cele din trecut. Sarcinile de plan pe 1973 sînt superioare celor din 1972, în special la indicatorii de calitate.

Sondorii craioveni urmăresc în acest an, la un nivel superior, investigarea geologică pentru a descoperi cît mai multe rezerve de hidrocarburi. În acest sens se va extinde regimul de foraj optimizat la un număr de opt instalații și se va proceda la raționalizarea construcției prin retubarea coloanelor 8 5/8, la un număr de trei sonde. Măsurile respective vor contribui la realizarea unei economii de circa 500 t de metal și 240 t de ciment. Prin folosirea mai rațională a instalațiilor din dotare, prin introducerea metodelor amintite, se va reduce numărul instalațiilor, crescînd totodată productivitatea muncii.

### REDUCEREA TIMPILOR NEPRODUCTIVI

Sondorii unităților grupului industrial pentru foraj și extracție a țițeiului — Pitești obțin succese însemnate în întrecerea socialistă. Astfel, datorită extinderii forajului cu jet și introducerii timpilor neproductivi cu 2,3% față de anul trecut, prevederile planului maximal sînt depășite la toți indicatorii, la toate sortimentele.

În primele 45 de zile din acest an petroliștii ploieșteni au forat peste plan circa 4 500 m și au livrat suplimentar peste 1 100 t țiței, precum și însemnate cantități de gaze utilizabile și gazoline.

### FIECARE SONDĂ EXPLOATATĂ LA POTENȚIAL MAXIM

Așa se intitulează o inițiativă valoroasă aplicată la schela Boldești în scopul depășirii parametrilor planului de producție.

Prin îmbunătățirea permanentă a tehnologiei de extracție a țițeiului este realmente posibil ca în cadrul acestei schele să se obțină în următorii ani ai cincinalului cel mai mic declin de producție, față de cel înregistrat în ultimii 10 ani. În acest scop, numai pentru anul în curs, au fost stabilite aproximativ 1180 de măsuri geologo-tehnologice. Producția sporită de țiței va fi asigurată prin execuția a 19 perforaturi adiționale, reparația a 19 sonde, prin aplicarea a peste 1000 de operații de optimizare a programelor tehnologice.

De remarcat este faptul că, pentru prima dată o inițiativă cuprinde date concrete despre posibilitățile aplicării metodelor noi în extracție.

### ACTIVITATE INTENSĂ IN CERCETAREA ȘI PROIECTAREA PENTRU RAFINĂRII

Colectivul Institutului de cercetări și proiectări rafinării—Ploiești obține rezultate remarcabile dintre care amintim, în primul rînd, cele două procese românești de hidrofinare și hidrotratare a uleiurilor, brevetate și medaliate cu aur la Salonul internațional al inventatorilor de la Bruxelles. După cum se știe, procesul de hidrofinare a și fost valorificat la Teleajen. În fază avansată se află în prezent transpunerea pe scară industrială a procesului de hidrotratare.

Pe baza cercetărilor institutului, au fost asimilați noi lubrifianți și inhibitori de coroziune. Inhibitorul românesc I.C.A.R. asigură o economie valutară de circa 1 340 000 lei pe an. Menționăm, de asemenea, crearea unor noi produse de protecție, care au adus economii de 374 000 lei valută pe an, a unor unsori consistente, a noi tipuri de catalizatori realizați în faza industrială la Craiova.

Anul acesta , în cercetare se fac studii pentru crearea unor noi tipuri de catalizatori, pentru realizarea unui nou proces catalitic. Se experimentează obținerea de noi aditivi, noi tipuri de lubrifianți. În proiectare se finalizează studiile pentru noi obiective industriale în țară și în străinătate (Egipt, Siria, R. S. F. Iugoslavia).

### INIȚIATIVĂ VALOROASĂ

La Rafinăria Ploiești, întrecerea socialistă pentru realizarea de economii peste plan se desfășoară cu succes, în cadrul unei valoroase inițiative : fiecare produs cu cheltuieli materiale cît mai reduse. Rezultatul se materializează în reduceri substanțiale la consumul de combustibil tehnologic, acid sulfuric. Cheltuielile materiale au fost diminuate în ultimul timp cu 0,2%.

# DOCUMENTARE

Rudenko, A.P. **Izolarea cu ajutorul rășinilor sintetice a fisurilor și porilor din roci.** În : Burenie, nr. 1, ian. 1973, p. 32—36.

În legătură cu faptul că materialele sintetice polimere, spre deosebire de cele liante, posedă capacitatea importantă de a pătrunde în pori și microfisuri, ceea ce permite formarea unor ecrane impermeabile pentru apă și gaze, consolidarea în același mod a pereților instabili a găurii sondei și realizarea obturării devansate a zonei de talpă ca să se poată lua probe de teren din zonele de fractură sau zdrobire, s-au analizat posibilitățile utilizării amestecurilor de rășini carbamidice și acrilamidice, care dau prin copolimerizare mase omogene insolubile în apă, ce se întăresc după o durată aleasă de timp.

Se prezintă rețete pentru amestecuri cu efecte optime de întărire și obturare. Se face descrierea cercetărilor experimentale pentru determinarea proprietăților de obturare în cadrul operațiilor de izolare a rocilor poroase și fisurate. Se arată că rășinile uree — melamino — formaldehidice în combinație cu acrilamide pot servi drept material sigur pentru izolarea zonelor de influx, ele răspunzînd totodată cerințelor de bază impuse calității operațiilor de izolare din cadrul forajului de prospecțiune geologică.

Bednîi, V, A. ș.a. **Automatizarea calculelor coloanelor de burlane.** În : Burenie, nr. 1, ian. 1973, p. 41—43.

Rezistența coloanelor de burlane pentru tubarea sondelor de țiței și gaze se calculează la efort combinat de turtire și smulgere în cadrul elaborării proiectelor de foraj. Rezultatele calculului pentru datele sondei sînt : grosimea de perete a burlanelor din oțelul ales, lungimea și poziția lor pe adîncimea sondei și lungimea tronsoanelor de coloană. Calculul conform metodologiei stabilite necesită în cazul efectuării manuale pînă la 2—3 om-zile muncă. Acest mod de calcul nu asigură univocitatea rezultatelor. În funcție de experiența individuală a calculatorului se pot obține pe baza acelorași date inițiale variante de coloane deosebite atît ca greutate, cît și ca preț de cost. În principiu fiecare din variante poate să nu fie, după unul din criteriile alese, din cele optime.

În articol se descrie metodica de calcul cu computerul „Minsk—22" a coloanelor de exploatare cu o optimizare parțială în ce privește costul. Se prezintă rezultatele comparative ale calculelor manual și de mașină. Programul de calcul descris se aplică în mod practic la tubajul sondelor.

Șahmaev, Z. M. **Cu privire la calculul ungerii lagărului sapei.** În : Mașinî i nefteanoe oborudovanie, nr. 1, ian. 1973, p. 12 — 14.

Expulzarea unsorii din lagărele sapelor este provocată de eforturile cu caracter centrifug. Pentru evaluarea acestor eforturi se ia în considerație mișcarea unui volum elementar de masă de unsoare, ce se rotește într-un plan perpendicular pe axa de rotație a sapei. Se obțin formule, care permit determinarea valorii efortului în stratul de unsoare a lagărului conului sapei ce lucrează pe talpa sondei. Se constată că, în conuri, în raport cu distanțele diferite de axa de rotație a sapei, apar eforturi centrifuge cu valori diferite. Cu creșterea razei

sapei şi rolei, precum şi a vitezei de rotaţie a sapei mărimea acestor eforturi creşte în relaţie pătratică. Condiţiile obligatorii pentru menţinerea unsorii în lagăr sînt etanşarea lagărului sau utilizarea lichidelor plastice — vîscoase, respectiv a unsorilor cu tensiune tangenţială limită şi, cu cît viteza de rotaţie şi diametrul sapei sînt mai mari, cu atît mai mare trebuie să fie valoarea tensiunii tangenţiale limită a unsorii folosite.

I a r o v, A. N. ş.a. **Influenţa lichidelor de circulaţie cu adaosuri de agenţi activi de suprafaţă asupra uzurii abrazive a matricei sculelor cu diamante utilizate la foraj.** In : Maşinî i nefteanoe obor udovanie, nr. 1, ian. 1973, p. 23—25.

Sculele cu diamante pentru dislocarea rocilor se utilizează în ultimul timp la scară tot mai mare. Particularitatea acestor scule constă în neomogenitatea construcţiei suprafeţei lor active. Ea este formată din diamante cu mare rezistenţă la uzură şi capacitate de dislocare a rocilor, amplasate în matrice, care obişnuit este de cupru, alamă, wolfram sau carburile sale, aliajului VK—6 ş.a.

Practica de schelă şi cercetările arată că sculele de foraj cu diamante depind în ceea ce priveşte capacitatea lor de lucru de rezistenţa la uzură a matricei. În lucrare se prezintă rezultatele cercetării sub raportul uzării materialelor matricei sculei cu diamante în mediul diferitelor lichide de circulaţie. S-a stabilit că tratarea mediului de circulaţie cu diferiţi agenţi activi de suprafaţă, ca, de exemplu : cu sulfanol (amestec de săruri de sodiu şi alchibenzolsulfoacizi) sau cu OP-10 (fenoli oxietilaţi), permit o mărire a rezistenţei la uzură a matricei. Se arată rezultatele încercărilor pe stand a coroanelor cu diamante pe blocuri de rocă în astfel de medii, acuzînd o reducere de 1,8—3,5 ori a uzurii matricei.

S e r g h e e v, E. T. ş.a. **Componentele părţii de jos ale garniturilor de foraj.** În : Burenie, nr. 1, ian. 1973, p. 15—17.

Pentru forajul cu turbina în roci semitari, roci tari, dure şi extradure cu sape cu role de 190, 214, 269 şi 295 mm diametru se fabrică componenţe speciale ale părţii de jos a garniturilor de foraj (CPJGE) formate după următoarea schemă (de jos în sus) : sapă, reducţie, lărgitor — stabilizator cu trei feţe (LST), reducţie, prăjină grea (10m), reducţie, LST, reducţie, turbină de fund cuplată sau cu moment mare, stabilizator (un LST uzat), prăjini grele.

Se arată că CPJGF asigură rezultate bune la forajul în strate cu unghiuri de înclinare cuprinse între 20 şi 80° formate din roci de la tărie medie la roci extradure. Cu astfel de CPJGF gaura sondei nu deviază cu mai mult de 2 — 3° de la verticală, pe cînd fără CPJGF devierea depăşeşte 15 — 19°. De asemenea asigură o creştere a avansării pe sapă cuprinsă în limite mari de la 10 — 20 % la 100 — 150 %, precum şi o mărire cu circa 25 % a duratei de funcţionare a turbinei de fund.

I u s u p o v, I. G. ş. a. **Cercetarea pastelor de ciment cu polimeri şi adaos de polimeri solubili în apă.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 1, ian. 1973, p. 35—38.

Neajunsurile esenţiale ale pastelor de ciment constau în coeziunea puţin trainică a cimentului întărit cu pereţii sondei şi rezistenţa relativ redusă la acţiunea apelor clorocalcice. Din practica în construcţii se ştie că se pot obţine materiale foarte eficiente prin combinarea materialelor minerale şi polimere. Compoziţiile mineralo-polimere deschid noi posibilităţi de sinteză a materialelor de obturare cu proprietăţi dinainte stabilite, de exemplu : o coeziune mai bună cu roca şi o rezistenţă mare în timp.

Rolul polimerului este determinat de structura sa chimică şi concentraţia în amestec. Proprietăţile polimerului determină în mare măsură şi proprietăţile pastei de ciment cu polimer. Pentru realizarea unui inel de ciment monolit de izolare a apei în spatele coloanei se recomandă tratarea cu răşini solubile în apă, ce se întăresc în mediul alcalin. Filtratul unei astfel de paste, pătrunzînd în rocă şi turta de argilă, se solidifică sub formă de masă plastică, ceea ce asigură o coeziune trainică a cimentului întărit cu pereţii sondei. Totodată prezenţa polimerului întărit în piatra de ciment îi măreşte foarte mult rezistenţa în mediile agresive. Din cîteva răşini încercate, cel mai bine răspund răşinile rezorcino-formaldehidice FR—12 şi compoziţiile TSD—9 şi FKINS—2 sintetizate din fenolii de şisturi, precum şi răşinile epoxidice solubile în apă, marca TEG—17 şi DEG—1, care sub acţiunea solidificatorilor se transformă în produşi foarte rezistenţi, nefuzibili şi insolubili în ţiţei şi apele de strat.

În lucrare se cercetează influenţa concentraţiei răşinii şi solidificatorului în pasta de ciment, a temperaturii mediului şi componenţilor săi şi a cantităţii de apă şi ciment asupra parametrilor de bază ai pastei de ciment cu polimeri, ajungîndu-se la concluzia, că aceste paste cu filtrate ce se solidifică sînt adevărate amestecuri de obturare cu rezistenţe şi durate de priză reglabile, ceea ce le deosebeşte în mod avantajos de pastele obişnuite din ciment şi apă şi permit utilizarea lor în condiţiile complexe de izolare a stratelor cu mari căderi de presiune.

M e l n i k o v, V. I. ş.a. **Rezultatele încercărilor reflectorului de unde.** În : Burenie, nr. 1, ian. 1973, p. 7—11.

În cazul forajului cu sape cu role în roci tari şi dure, criteriul principal al eficienţei lucrului acestor sape este bilanţul energetic al interacţiunii de şoc dintre scula de foraj şi roca din talpa sondei.

Printre mijloacele de îmbunătăţire a acestui bilanţ se utilizează componenţe speciale ale părţii de jos a garniturii de foraj, care au proprietatea de a transmite garniturii de foraj minimul energiei de trepidaţie generată de sapa cu role.

S-a construit o astfel de componenţă sub forma unei construcţii autonome denumită reflector de unde, constînd dintr-un sistem oscilant, acordat, executat din două tuburi cu rezistenţă de undă diferită. Tubul cu rezistenţă de undă mai mică (ghid de unde) se intercalează între sapă şi tubul cu rezistenţă de undă mai mare (ecran).

Se face descrierea schemei de principiu şi de funcţionare a reflectorului şi se prezintă rezultatele încercărilor unor astfel de instrumente. Se confirmă astfel experimental existenţa regimurilor teoretice de rezonanţă şi antirezonanţă, iar rezultatele încercărilor de schelă arată o îmbunătăţire a parametrilor de foraj în roci tari datorită utilizării acestui reflector.

*** **In 1973 se va începe probabil forajul marin pe coastele Turciei.** În : Oil and Gas J., **71**, nr. 1, 1 ian. 1973 p. 11—12.

O mare activitate seismică se desfăşoară pe coastele Turciei, atît în Marea Egee, cît şi în Marea Neagră şi Marea de Marmara şi se aşteaptă ca o anumită activitate de foraj să se înceapă în 1973. Între timp guvernul turc a oferit spre concensionare un număr de perimetre marine. Producţia terestră de ţiţei a Turciei este de 10 000 m³/d, dar în continuă scădere. Pînă în prezent s-au săpat cinci sonde de explorare marină din care nici una nu a dat rezultate (trei sonde în Marea Egee şi două în Marea Neagră). În Marea Neagră sondele forate au fost Nr. 1 Karademiz (73 km V de Bosfor şi la 32 km în largul coastei) a atins adîncimea de 2 600 m, găsind ţiţei şi gaze, dar nu cu un potenţial comercial. A doua sondă 1 Igneada s-a forat pe altă structură la 16 km la nord de prima sondă şi 40 km de coastă şi a fost părăsită la adîncimea de 3 100 m. O serie de societăţi din S.U.A. (Texaco, Overseas Petroleum Corp, West states Petroleum Co etc.) au continuat însă lucrările geofizice atît pe coasta de sud a Anatoliei (între Antalia şi Iskenderum), în Golful Saros (N de peninsula Galipoli), coasta de sud a Mării Marmara, Coastele Mării Negre (N. V. de Bosfor şi pe toată coasta sudică a Mării Negre pînă aproape de frontiera sovietică).

B r u n, A n d r é. **Controlul forajului pe o nouă navă de foraj marin.** În : World Oil, **175**, nr. 7. dec. 1972 p. 45—52.

Noua navă de foraj franceză „Pelican" care lucrează în Marea Nordului, este prevăzută cu un sistem de poziţionare dinamică, fără cabluri de ghidaj. Costul ei s-a ridicat la 20 mil. $ din care 3 mil. $ s-au folosit pentru echipamentul necesar obţinerii unui nivel ridicat de eficienţă a operaţiunilor. Son-

dorul şef dispune de un post de comandă (cu aer condiţionat) unde se află o serie de panouri de control şi pupitre de comandă unde el primeşte toate informaţiile necesare şi de unde poate comanda toate operaţiile : 1— pupitru pentru foraj (indicaţii : greutate la cîrlig, apăsare pe sapă, cuplul de rotaţie la masă, viteza mesei, adîncimea tălpii, poziţia sapei în timpul manevrelor, viteză de avansare ; 2—pupitrul de control al sistemului de circulaţie (presiune la pompe, număr de curse la pompe, debit de noroi, debit de noroi cumulat, densitate de noroi la pompare şi la ieşire din sondă, volum de noroi la habe) ; 3— panou sinoptic a sistemului de pompare (indicaţia de stare a robinetelor, robinete principale telecomandate) ; 4—pupitru de comandă a motoarelor ; 5—panou de poziţionare dinamică (cu indicaţie prin televizor a poziţiei navei faţă de gaura de sondă).

*** **Creşterea costului forajului în S.U.A.** În : World Oil, **175**, nr. 7 dec. 1972 p. 15.

Un studiu recent al Asociaţiei producătorilor independenţi de petrol din S.U.A. a arătat că costul forajului şi echipării sondelor a continuat să crească faţă de anii precedenţi. În studiu, cheltuielile au fost împărţite în două categorii : plăţile făcute acordanţilor de foraj şi cheltuielile făcute direct de operator, care reprezintă 36,1 şi 63,9 % din costul forajului sondei. Creşterile respective au fost de 3,5 şi 7,2 %. Cheltuielile făcute direct de operator au fost, de asemenea, împărţite în 19 categorii (printre care : drumuri şi pregătirea locaţiei, transpoarte, combustibil etc.). Toate categoriile de cheltuieli au prezentat creşteri. Mai importante sînt costul materialului tubular (coloane şi tubing) care reprezintă 17, 4 % din costul sondei (creştere 8,3 %) şi costul preparării noroiului şi a aditivilor, reprezentînd 7 % din costul sondei (creştere 8,4 %). Creşterea cea mai importantă s-a înregistrat la costul cimentului şi a operaţiilor de cimentare, şi anume respectiv 11,8 şi 12,2 %. Creşterea generală a costului forajului a fost de 0,6 % în 1971 faţă de 1970, dar la acest calcul nu s-a aplicat corecţii referitoare la adîncimi şi la faptul că s-a săpat un număr de sonde mai redus. Adîncimea medie a sondelor forate în 1971 a scăzut faţă de 1970, de la 1 475 la 1 435m.

B a b a e v , M. A.ş.a. **Aplicarea metodelor statistice la controlul nedistructiv al calităţii pieselor componente a sapelor cu conuri.** În : Maşini i nefteanoe oborudovanie, nr. 1, ian. 1973, p. 29—30.

Controlul coercitimetric prin ferosondare nu stabileşte pentru care anume indicator de calitate a tratamentului termochimic (duritate sau grosime a stratului cimentat) se rebutează piesa componentă a unei sape cu conuri.

În lucrare se arată, că aplicarea metodelor de probabilitate statistică în cadrul efectuării controlului nedistructiv al calităţii tratamentului termochimic a pieselor sapei permite obţinerea informaţiei — expres cu privire la adîncimea stratului cimentat (fără analiză metalografică) şi totodată gradarea coercitimetrului în cadrul unui număr optim de piese cercetate.

*** **O sondă de gaz — condensat în apele greceşti ale Mării Egee.** În : Oil and Gas J. **71**, nr. 1, 1 ian. 1973 p. 17.

Colorado Greece Corp. a răzbit o sondă de gaze — condensat care pare să prezinte un interes comercial. Colorado, operatorul unui grup de alte cinci societăţi a obţinut o erupţie de 560 000 $Nm^3/d$ gaze conţinînd 37 $m^3$ condensat uşor la o presiune de 70 at. Sonda 1 Cavala se află la 8 km V de insula Thasos în ape adînci de 55 m. Se pare că ea produce din Miocen de la o adîncime de 1 900 m.

Analizele de carote şi de diagrafii arată că alte nouă strate care nu au fost încă perforate ar avea posibilităţi potenţiale simţitor mai mari. Sonda este amplasată pe o concesiune marină de 800 000 ha în bazinul vestic al Traciei. O primă sondă de explorare situată la 36 km E de insula Thasos, pe o altă structură a fost părăsită fără a da rezultate (a găsit ţiţei greu de densităţi 1 la 1 900 m, fără ca exploatarea să poată fi economică). Sonda 1 Cavala se află la 160 km NE de sonda de explorare forată de Texaco care a indicat existenţa a 5—6 strate de gaz — condensat miocene între 2 100 şi 2 400 m, care însă nu au fost considerate ca prezentînd un interes comercial.

*** **Turbo-generator de 2 kW pentru acţionări în puncte izolate.** În : World Oil, **175** nr. 7, dec. 1972, p. 67—69.

S-a realizat un grup turbo — generator, cu putere pînă la 2 kW, menit să lucreze nesupravegheat, în puncte îndepărtate şi izolate, ca : staţii radio, releuri de televiziune, protecţie catodică, dispozitive de alarmare, semnale de navigaţie, luminat, acţionări, încărcarea bateriilor de acumulatori servind la acţionarea robinetelor de secţionare izolate etc. Folosirea lor este indicată atunci cînd cererea de putere depăşeşte aceea furnizată de unităţi termoelectrice, dar prea mici pentru a fi necesar un grup electrogenerator, care de altfel nu sînt concepute pentru a lucra fără supraveghere. Un arzător vaporizează un lichid organic cu greutate molară mare într-un cazan, vaporii antrenînd o turbină. După aceea ei sînt condensaţi într-un condensor şi readuşi la cazan. Totul, afară de arzător, este ermetic închis, lucrînd la o presiune absolută de 4 mm Hg. Temperatura maximă atinsă este de 250 °C. Se poate folosi orice combustibil lichid sau gazos, căldura unei surse radioactive (instalaţii submarine) sau energia solară.

*** **Racorduri perfecţionate.** În : Pétrole informations nr. 1 257, 1973, p. 47.

În Franţa s-a prezentat un racord perfecţionat, denumit Weldolet, confecţionat prin forjare, care permite racordarea unei derivaţii pe o conductă principală, asigurînd rezistenţa cerută de regulamentele internaţionale.

Folosirea acestui racord se impune mai ales în trei cazuri :

— În locul T-urilor, dat fiind preţul mai redus şi cheltuielile de pozare mai mici şi mai ales datorită faptului că permite o instalaţie continuă, menţinînd total rezistenţa conductei principale şi asigurînd o scurgere optimă a fluidului.

— În locul sistemelor de întărire deoarece, datorită profilului său, îmbunătăţeşte distribuţia eforturilor şi integrează întărirea derivaţiei şi a conductei principale, evitînd astfel suprapunerea de suprafeţe.

În plus, permite obţinerea unui contur perfect al îmbinării interioare. Construcţia se execută mai uşor (mai puţine suduri) deci mai economic.

— Atunci cînd regulamentele nu cer întăriri, se folosesc avantajos weldoletele în toate cazurile în care pot apare vibraţii sau alte solicitări exterioare. Weldoletul poate fi confecţionat din orice metal care se forjează. Din punct de vedere dimensional, derivaţiile sînt produse începînd de la un diametru de 1/8 pînă la 48" pentru pozarea pe conducte şi de la diametrul egal cu derivaţia pînă la infinit (suprafaţă plană).

W. Q u a r l e s. **Grupa de studii a conductelor arctice de gaze examinează traseele pentru proiecte.** În : Gas Abstracts, nr. 12, 1972, dec., p. 236.

În prezent se găsesc în studiu două trasee de conducte magistrale pentru transportul gazelor din Golful Prudhoe şi un traseu din Insulele Arctice.

Se anvisajează pentru prima alternativă traseul Golful Prudhoe pînă la un punct aproape de Norman Wells şi Great Bear în Northwest Territories, apoi spre sud, traversînd Alberta, pînă la Grand Prairie unde va face joncţiunea cu sistemul de transport al firmei Alberta Gas Trunk Co. Ltd. În cea de a doua alternativă conducta ar urma un traseu în lungul coastei de la Golful Prudhoe pînă la un punct aproape de delta rîului Mackenzie, apoi către sud spre Norman Wells şi Grand Prairie.

Pentru transportul gazelor din Insulele Arctice conducta ar pleca de la insula King Christian spre Norman Wells, şi apoi spre sud.

În general pentru a menţine conductele la temperatura solului îngheţat se va putea aranja răcirea conductelor sub 32°F. Acolo unde va fi posibil, conductele se vor îngropa în şanţuri şi se vor acoperi. Probele cu conducte de încercare în patru puncte diferite au dus la concluzia că lucrările sînt realizabile.

J. Cranfield. **Noile platforme de foraj sînt unităţi mai robuste şi pentru orice condiţii meteorologice.** În: Petrol Petroche. Intern. nr. 12, 1972, dec., p. 34—35.

Condiţiile de lucru extrem de dificile din Marea Nordului şi din alte regiuni pe glob, precum şi nevoia de a săpa la adîncimi de ape mereu mai mari, au impus trecerea la concepţii constructive noi pentru platformele mobile marine.

Noile platforme de foraj pe mare în curs de construcţie sînt proiectate pentru a fi unităţi capabile să lucreze în orice condiţii meteorologice şi la adîncimi de apă tot mai mari.

Şantierele navale Bethlehm Beaumont, Texas, au în lucru două asemenea platforme mobile pentru Marea Nordului din care Zephir 1 va fi livrată în martie 1973 şi Zephir 2 în septembrie 1973. Ambele platforme nu diferă decît prin echipamentul de foraj respectiv. Prima platformă va fi dotată cu o instalaţie Emsco, iar cea de a doua cu o instalaţie National. Instalaţiile sînt prevăzute să sape pînă la adîncimea de 25 000 ft (circa 7 500 m) şi în ape cu adîncimea pînă la 600 ft (circa 180 m). Costul unei instalaţii este de aproximativ 20 mil. dolari.

La şantierele navale Marathon Le Tourneau din Brownsville Texas, se găseşte în lucru şi va fi livrată la începutul anului 1974 platforma mobilă de foraj autopropulsată Colonel Drake pentru foraj pînă la 25 000 ft (circa 7 500 m) şi adîncime de apă de 600 ft (circa 180 m). Platforma va costa circa 19 mil. dolari şi va lucra timp de 3 ani în Marea Nordului.

M. Dimentberg. **Proiectarea şi exploatarea unei conducte pentru transportul gazelor lichefiate din regiunile arctice.** În: Gas Abstracts, nr. 12, 1972, dec., p. 237—238.

Executarea unei conducte pentru transportul gazelor lichefiate din Alaska pînă pe teritoriu S.U.A., traversînd Canada, oferă multe avantaje economice faţă de transportul de gaze pe conducte. În cazul gazelor lichefiate se reduc considerabil costurile de răcire şi de izolare şi nu se cer măsuri speciale pentru a evita înmuierea permafrostului.

În faza iniţială instalaţiile de lichefiere ar putea fi combinate cu instalaţiile de tratarea criogenică a gazelor în vederea îndepărtării azotului şi bioxidului de carbon.

Umplerea unei astfel de conducte în lungime de circa 4 000 mile (6 400 km) s-ar putea realiza în 2 luni. Costul conductei transportînd 85 mil. $m^3$/zi, a fost estimat la 2,1—2,5 mrd. dolari. Pentru comparaţie se arată că construirea unei conducte de gaze de aceeaşi capacitate, însă numai de 2 500 mile (400 km), a costat 5 mrd. dolari.

Materialul este însoţit de numeroase tabele, date de proiectare, costuri şi beneficii.

***** Cum se construiesc în U.R.S.S. conductele magistrale cu diametre mari.** În: Petrol. Petroche. Intern., nr. 12, 1972, dec., p. 76—87.

În referatul dezvoltat de A. M. Zinevici, directorul Institutului de Cercetări U.R.S.S. pentru Conducte (Vniist), la sesiunea anuală organizată de „International Division of Pipeline Contractor's Association" la Istambul, s-a prezentat programul de mari proporţii în curs de desfăşurare în U.R.S.S. pentru construirea de conducte magistrale de ţiţei şi gaze cu diametre mari şi presiuni de regim ridicate.

Pentru actualul cincinal conductele vor avea diametre între 1 200 — 1 420 mm şi presiuni de regim de 75 kgf/$cm^2$ şi chiar pînă la 120 kgf/$cm^2$. Se prevede introducerea de sisteme automate de control telecomandate a exploatării conductelor şi folosirea largă a calculatoarelor electronice.

Dezvoltarea noului plan de construcţii de conducte magistrale în U.R.S.S. a necesitat îmbunătăţirea tipurilor şi realizarea de compresoare de puteri foarte mari. S-au construit seturi de compresoare de gaze de 16 000 şi chiar de 15 000 kW. Una dintre problemele ce s-au ridicat a fost răcirea gazelor după trecerea prin compresoare.

Pentru studiul siguranţei sistemului de conducte magistrale s-a recurs la modele matematice pentru toate componentele sistemului (conducte, compresoare, distribuţie etc.).

W. G. v. Beckmann. **Protecţia catodică contra coroziunii la conductele îngropate.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, nr. 12, 1972, dec., p. 491—496.

Protecţia catodică contra coroziunii s-a dovedit tot mai necesară şi eficientă şi s-a extins de la conducte şi de la vapoare la instalaţiile marine de foraj, conductele marine montate sub apă şi la protecţia rezervoarelor.

Cu circa un deceniu în urmă s-a dezvoltat şi aplicat la conducte izolarea exterioară cu diferite materiale plastice, care au o rezistenţă superioară faţă de izolările cu bitum, dar la îmbinările cu sudură reizolarea nu este perfectă şi lasă puncte slabe, unde coroziunea poate începe uşor. Această protecţie este cunoscută sub denumirea de protecţie pasivă contra coroziunii.

La conductele îngropate se dezvoltă uşor elemente de coroziune, care favorizează pătrunderea coroziunii. Aceste elemente de coroziune se pot întinde chiar pe lungimi foarte mari, de kilometri, în lungul conductelor.

Coroziunea într-un electrolit este un fenomen electrochimic. Se explică succint acest fenomen şi protecţia contra coroziunii, folosind curenţi galvanici de protecţie sau surse străine de curent electric. De asemenea, se descrie pe scurt coroziunea datorită curenţilor vagabonzi şi efectele protecţiei catodice.

Se arată că protecţia catodică este o cheltuială minimă şi reprezintă circa 0,1—0,2 % din costul total al unei conducte sau circa 500— 1 000 DM/km de conductă. În general protecţia pasivă costă în jur de 40 000—50 000 DM/km.

Practic, în Europa, toate conductele magistrale de gaze şi ţiţei sînt prevăzute astăzi cu protecţie catodică.

***** Dezvoltarea industriei petroliere în China.** În: Pétrole informations nr. 1261, 1973, p. 7.

În China producţia de petrol a crescut în anul 1971 faţă de anul 1972 cu 28%, capacitatea de forare cu 17%, capacitatea de rafinare cu 16%; producţia de gaze naturale a crescut cu 25 %.

Rezervele de petrol sînt estimate la 2 750 mil. t (3,72 % din rezervele mondiale). După estimările experţilor americani, China posedă în platforma sa continentală una din cele mai importante rezerve submarine de petrol din lume, mai ales în apele teritoriale ale Mării Chinei de Răsărit şi în Marea Galbenă.

Cu toate că în prezent procentul de hidrocarburi în producerea energiei electrice este de 7%, producţia nu a încetat să crească de cinci ori ajungînd de 5,3 mil. t în anul 1961 la 26 mil. t în anul 1971.

Pentru primele 8 luni ale anului 1972 producţia de petrol a fost de 30 mil. t, iar cea de gaze naturale a crescut cu 15,5 % (în anul 1971 a fost de 4 miliarde $m^3$). Capacitatea de rafinare, în prezent de 20 mil. t/an va atinge 40 mil. t în anul 1975.

Principalele centre de producţie din China sînt:

— Zăcămîntul de la Taching în Heilongkiang, descoperit în anul 1958, ale cărui rezerve nu depăşesc 100 mil. t şi a cărui producţie de 10 mil. t în anul 1970 a crescut la 12 mil. t în anul 1972.

— Yumen, cel mai vechi zăcămînt, are o producţie de 3 mil. t în anul 1970. Are avantajul de a avea o legătură de cale ferată cu rafinăria de la Lanzhu.

— Zăcămîntul de la Kelamayi (sau Karamai) în Sinkiang cu o producţie de 6 mil.t în anul 1971.

— Dushanzi este legat printr-o conductă la rafinăria din această regiune. Începînd din anul 1970 peste 100 sonde au reintrat în funcţiune, la Tsaidam, în nord-estul provinciei Tshinghai (1,5 mil.t), în bazinul Pekingului, la Maoming, singurul zăcămînt important din China de sud.

Principalul zăcămînt de gaze naturale se află la Sichnan, în apropierea centrului industrial de la Chongging. Producţia acestui zăcămînt este de un miliard $m^3$/an; rezervele sînt estimate la 100 miliarde $m^3$.

În anul 1971 s-au descoperit noi zăcăminte în Hubei.

Principalele centre de rafinare sînt în prezent la Lauzhu (5 mil. t/an), la Shanghai (4 mil. t/an), la Darien şi în regiunile zăcămîntului de la Taching, Yumen şi Dushanzi.

* * * **Realizări în industria petrolieră în anul 1972 în Franţa.** În : Pétrole informations nr. 1257, 1973, p. 17.

Printre realizările recente ale industriei petroliere în Franţa se pot menţiona :

— construirea la Havre a unui port de mare adîncime pentru recepţionarea vaselor petroliere de 500 000 tdw şi extensiunea corespunzătoare a capacităţii de stocare ;

— noul avant-port de la Dunkerque ;

— portul pentru vase metaniere de la Fos ;

— cele două bretele ale construcţiei Le Havre-Paris (între Porte-Jérôme şi Caen şi între Coignières şi Orléans) ;

— darea în exploatare a unui nou depozit subteran cu o capacitate de 5 mil. m³ la May-sur-Orne ;

— darea în exploatare a două mari unităţi de cracare cu abur, una de 320 000 t/an la Gonfrevile şi cealaltă de 400 000 t/an la Lavera ;

— mărirea cu 21 % a capacităţii rafinăriilor franceze care a ajuns la 146,2 mil.t de la 121 mil. t.

* * * **Producţia mondială de petrol în anul 1972.** În : Pétrole informations nr. 1257, 1973, p. 14

Producţia mondială de petrol a fost în anul 1972 de circa 2 600 mil.t în creştere cu 5,1 % faţă de anul 1971, creştere inferioară faţă de cea realizată în anul 1971 (5,5 %).

Din anul 1965 (cînd s-a înregistrat o creştere de 6,8 %) este cea mai redusă creştere în acest interval (pentru care creşterea medie anuală a fost de 7,47 %, cu un maximum de 9,4 % în anul 1970).

Aceasta se datorează în special cererii mai reduse cît şi întîrzierii dării în exploatare a unor zăcăminte bogate, ca cele din North Slope, în Alaska.

Cea mai mare creştere (83 mil. t) a fost înregistrată în Orientul Mijlociu (10 %) în care în Arabia Saudită creşterea producţiei de petrol a fost de 27,7 % (mil. t) iar cea a Iranului de 11,7 %

Producţia de petrol a Chinei a crescut cu 16 %.

* * * **Cea mai mare şi scumpă platformă maritimă.** În : Petrol. Eng. **44**, nr. 11. noiemb. 1972, p. 42—53.

Punerea în exploatare a şantierului marin Forties a pus probleme deosebit de grele. Acest zăcămînt cu rezerve estimate de 700 mil. m³ ţiţei din care 320 mil. m³ recuperabile, se află situat la 160 Km NE de portul scoţian Aberdeen în ape a căror adîncime variază între 107 şi 128. Faza I -a de dezvoltare prevede construirea a două platforme de foraj— — exploatare amplasate la adîncimile respective ale mării de 127 şi 106 m. Contractul pentru execuţia celei mai mari platforme s-a încheiat între exploatator British Petroleum Co. şi constructorul Highlands Fabricators Ltd., care a amenajat în acest scop un şantier la Nigg (Scoţia).

Această structură va avea dimensiunile : înălţime 142 m, baza 87×71 m şi vîrf 41×37 m suportînd o platformă de lucru de 57×53 m.

Structura are patru picioare, avînd un diametru, pe ultimii 27 m suficient de mare ca prin fiecare din ei să se poată bate cîte 11 pile metalice cu diametrul 54 in cu pereţi groşi de 2. 1/2 in. Ea a fost calculată ca să reziste la acţiunea unor valuri înalte de 29 m şi a unor vînturi de 210 km/h.

La construcţia platformei se va folosi 48 000 t oţel, costul ei ridicîndu-se la 100 mil. $.

Ea se construieşte într-un bazin litoral, cu o suprafaţă de 40 ha, la construcţia căruia a fost necesară evacuarea a 1,23 mil.m³ de nisip şi grezie. Platforma se va transporta pe locaţie prin plutire în poziţie orizontală, susţinută fiind de rezervoare de plutire de 9 m diametru, legate de picioarele ei. Pe locaţie, ea va fi adusă în poziţie verticală şi lăsată pe fund prin umplerea treptată, cu apă, a rezervoarelor de plutire. Primele pile se vor bate cu ajutorul unui şlep macara, după care restul va fi bătut de pe o punte provizorie de lucru construită pe platformă.

Pe platformă vor putea fi cazaţi 100 de lucrători. Instalaţia de foraj prevede o turlă de 43 m cu bază 9×9 şi un granic cu capacitate de ridicare de 500 t. Forajul primei sonde va începe în a doua jumătate a anului 1973, obţinîndu-se producţie în toamna anului 1974.

Cele două platforme vor fi legate de ţărm printr-o conductă de ţiţei de 32 in pînă la Cruden Bay, lîngă Peterhead (Scoţia). Mai departe ţiţeiul va fi transportat printr-o conductă terestră de 220 km la rafinăria Grangemounth de lîngă Edinburgh. Conductele submarine vor fi executate din ţevi de oţel API— 5 L—X65 lestate cu un strat de ciment gros de 2 ½ in.

* * * **Sursă transportabilă de energie pentru lucrările seismice.** În : World Oil, **175**, nr. 7, dec., 1972, p. 15.

Amoco Production Co, a brevetat o nouă sursă de energie pentru lucrările seismice, cu nivel redus de energie şi foarte uşor transportabilă şi care are avantajul de a disturba foarte puţin structura solului, ceea ce este important în acele locuri unde menţinerea neschimbată a mediului ecologic are o mare importanţă. Noul sistem, denumit RAPOS (Rapid propane oxygen system) se montează uşor pe un vehicul mic sau poate fi chiar transportat pe un cărucior împins cu braţele. El constă dintr-o mică sondeză cu mast rabatabil şi dintr-o bară rotativă de foraj (auger) care poate săpa găuri de 3 m, fără a aduce la suprafaţă debleurile. După terminarea forajului, bara este ridicată cîţiva centimetri în sus, creînd în acest mod o cameră la baza găurii. Prin bară se introduce în această cameră propan şi oxigen, amestecul fiind detonat printr-o scînteie, ceea ce provocă unda seismică dorită. După aceea, bara este rotită în sens invers pentru a fi extrasă, materialul pămîntos fiind lăsat în gaură. Societatea Amoco afirmă că folosirea acestui sistem a redus cu 20 % cheltuielile referitoare la sursele de energie seismică.

Spaing, I. **Tehnica marină în R. F. Germania. Dezvoltare şi perspective.** În Erdöl-Erdgas-Zietschrift, nr. 12, 1972, dec., p. 503—504.

Dezvoltarea tehnicii marine din ultimii 25 de ani s-a limitat în Marea Nordului în special la exploatarea ţiţeiului şi gazelor naturale. Cercetările geologice pentru ţiţei şi gaze au dus la rezultate pozitive. La acestea R.F. Germania a avut un însemnat aport.

Studiile întreprinse la care şi-au adus contribuţia o serie de instituţii de cercetare din R.F. Germania, au pus în evidenţă perspectivele ce există în Marea Nordului pentru exploatarea pe fundul mării a importante minereuri de cupru, zinc, plumb, titan şi alte metale.

Alte domenii ce prezintă interes în tehnica marină sînt posibilităţile desalinării apelor marine, obţinerea la scară mare de diferite substanţe nutritive, construcţia de porturi pentru vase foarte mari, precum şi instalarea centralelor atomice pe platformele continentale.

La dezvoltarea noilor tehnici marine industria din R.F. Germania este deosebit de activă. Totuşi în multe lucrări industria interesată nu obţine suficiente beneficii, avînd în vedere şi fondurile mari ce sînt necesare. O participare a statului la realizarea mulor proiecte este indispensabilă şi ar fi în viitor bine venită.

Mc. Caslin, John C. **Zonele interesante din punct de vedere petrolier din vecinătatea Mării Nordului.** În : Oil and Gas. J. **70**, nr. 50, 11 dec. 1972, p. 155.

În vecinătatea Mării Nordului, una din regiunile petrolifere cele mai productive din lume, se găsesc o serie de bazine maritime prezentînd un interes deosebit. Se pare că aceste zone maritime au caracteristici asemănătoare din punct de vedere stratigrafic ca şi Marea Nordului şi ca atare reprezintă obiective deosebit de interesante pentru explorările petroliere.

Însă, pînă în prezent, informaţiile geologice despre aceste regiuni sînt foarte limitate. O serie de cercetări geofizice s-au executat în bazinul Atlantic din vestul Scoţiei. Se pare că aici se găsesc depozite mezozoice şi terţiare, groase de 5 km.

Înclinarea acestor strate este spre vest şi ele sînt puternic faliate pe marginea platformei continentale. Ele prezintă un mare interes cu toate că adîncimea apelor este de 200 m şi chiar mai mult.

Bazinul atlantic irlandez care continuă acest bazin vest — — scoţian este puţin cunoscut. Se găsesc aici depozite sedi-

mentare cu grosime de circa 1 300 m, de vîrstă terţiară şi mezozoică care se îngroaşe spre sud în zona golfului Porcupine (Irlanda de Vest) unde ajung la o grosime de 4 800 m.

În bazinul Manx — Furness, dintre Anglia şi Irlanda, roci triasice şi permiene acoperă un complex bazal de vîrstă carboniferă sau mai veche. Zona este puternic faliată, grosimea sedimentelor variind dintr-o zonă la alta în funcţie de poziţia blocurilor rezultate din faliere, în momentul sedimentării. În prezent, un mic şantier marin este în exploatare lîngă Farmby.

Două alte bazine par să aibe depozite sedimentare importante şi ca atare constituie obiective de prim ordin pentru explorare. Primul este bazinul St. Georges din canalul cu acelaşi nume care se întinde spre Sud în bazinul principal al Mării Celtice. El are sedimente cu o grosime în unele locuri de 6 000 m, de vîrstă necunoscută. Totuşi un foraj executat la Mochras pe coasta golfului Cardigan a arătat prezenţa sedimentelor de vîrstă terţiară şi jurasică.

Al doilea, bazinul Celtic este cel mai adînc din cîteva alte bazine situate între sudul Irlandei şi Franţa. Grosimea sedimentelor atinge 6 000 m, ele fiind depuse pe formaţiuni bazale de aceiaşi vîrstă cu marginile bazinului, adică paleozoică sau metamorfică. De mare interes sînt depozitele jurasice şi terţiare care sînt suficient de adînci şi suficient de acoperite pentru a constitui zăcăminte de hidrocarburi.

Părerea geologilor este că rocile de vîrstă jurasică acoperă o zonă groasă triasică care la rîndul ei acoperă o serie stratigrafică constituită din evaporite permiene. Şisturi bogate în ţiţei, numite „cărbunele Kimmeridge" sînt depuse intercalar în comitatul englez South Dorset, în argile jurasice, formînd o bună rocă magazin şi un bun strat acoperitor.

***** Prima sondă în Marea Nordului care va fora în tot cursul anului.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, nr. 12, 1972, dec., p. 498—499.

Pentru prima dată în istoria lucrărilor de foraj pentru ţiţei şi gaze în Marea Nordului o insulă de foraj semisubmersibilă de dimensiuni uriaşe „Sedco 135 F" construită de firma Blohm & Voss din Hamburg, va putea lucra fără întrerupere şi în cursul lunilor de iarnă.

Instalaţia a sosit pe blocul englez de concesiuni 211/21 şi a început forajul pentru Shell UK Exploration and Production Ltd. Locaţia acestei sonde este la 150 km nord-est de grupul insulelor Shetland, regiune socotită pentru foraj ca cea mai neeconomică din toată Marea Nordului, unde iarna sînt de aşteptat furtuni puternice cu o viteză a vîntului pînă la 200 km/oră şi valuri de 29 m înălţime.

„Sedco 135 F" prin dimensiunile sale şi completările constructive aduse este socotită ca aparţinînd unei generaţii noi de instalaţii de foraj pentru activitatea pe platformele continentale.

B o n n e, D. **În Marea Nordului s-au obţinut rezultate bune pentru determinarea porozităţii şi presiunii formaţiunilor direct la sonda cu ajutorul diagrafiilor.** În: Petrol Petroche. Intern., nr. 12, 1972, dec., p. 36—38 şi 78.

Recent s-a introdus în Marea Nordului, şi se practică de două societăţi mari, un nou sistem de analiză a diagrafiilor şi a forajului direct la sondă.

Sistemul se foloseşte de un minicalculator electronic, care funcţionează automat şi este programat să colecteze şi să analizeze toate datele obţinute la nivelul sapei pentru fiecare picior săpat. Datele sînt imediat prelucrate şi transmise la un teleimprimator, care întocmeşte o diagrafie ce dă imediat pentru intervalul săpat porozitatea rocii traversate, presiunea formaţiunii, apăsarea axială pe sapă, viteza sapei, uzura sapei, costul pe picior etc. Avînd aceste elemente la dispoziţie se poate face uşor optimizarea forajului şi interpretarea geologică.

Noua metodă a fost încercată şi pusă la punct de firma The Analysts Inc, Houston-SUA, înainte de a fi utilizată în Marea Nordului.

S c o t t, R. W. **Rezultatele unor încercări de exploatare submarină a ţiţeiului.** În: World Oil, **175,** nr. 7 dec. 1972 p. 13.

Diferite elemente componente ale unei exploatări petroliere complet submarină au fost încercate timp de aproape doi ani în şantierul Zakum din Golful Persic, în ape adînci de 20 m. Experimentul a fost realizat de Abu Dhabi Marine Areas Ltd. o filială a societăţilor Britsh Petroleum şi Compagnie Française des Petroles. Concluziile care rezultă sînt:

— S-a realizat un cap de erupţie submarin, uşor de instalat. Robinetele atît manuale, cît şi telecomandate, duzele telereglabile şi dispozitivele de siguranţă au funcţionat fără accidente. Nu s-au constatat coroziuni, neetanşeităţi, nici înţepeniri ale elementelor în mişcare.

— Liniile de amestec flexibile, de racord cu conductele principale de colectare s-au arătat a fi sigure şi uşor de instalat.

— Se pot executa uşor intervenţii cu sîrma prin capul de erupţie submarin. S-au încercat pentru aceasta mai multe sisteme, printre care o cameră etanşă montată pe capul de erupţie submarin, lucrînd în combinaţie cu un mic troliu de manevră montat pe o navă auxiliară (prevăzută cu un dispozitiv de amortizare a mişcărilor navei pe verticală sub influenţa valurilor). De asemenea, s-a încercat şi folosirea unui troliu de manevră submarin, telecomandat, montat la capul de erupţie, dar funcţionarea acestuia s-a arătat a nu fi perfect sigură.

— Dificultăţi mai mari s-au prezentat la folosirea unor separatoare submarine, care necesită unele ameliorări. Separarea ţiţeiului de gaze s-a efectuat în bune condiţii, dar aparatele de reglare şi control, sensoarele şi circuitele electrice sau pneumatice se defectau rapid, ceea ce face ca nici unul din separatoare să nu poată funcţiona mai mult de 48 h fără întrerupere. S-au încercat două tipuri de separatoare submarine: Natco şi B.S. and B.

S-a încercat evacuarea gazelor separate cu ajutorul unor facle instalate pe mare. Un prim sistem constă dintr-un arzător montat pe o geamandură, legat de separator printr-un tub flexibil. Geamandura s-a arătat a nu avea suficientă stabilitate fiind răsturnată de valuri mai mari.

— Un grup generator de energie cu izotopi radioactivi şi acumulatori Ni-CoL a funcţionat foarte bine, dar circuitele electrice s-au defectat de cîteva ori (coroziuni provocînd scurt-circuite).

Concluzia generală a experimentului făcut este că se pot folosi cu succes capete de erupţie submarine, dacă instalaţiile de separaţie se amplasează în aer liber, pe mal, pe o platformă sau pe o navă ancorată. În acest fel, după descoperirea unui zăcămînt, el va putea fi pus în valoare în termen de şase luni.

***** Aparat de dozare a bioxidului de sulf, de 6 kg.** În: Pétrole informations nr. 1257, 1973, p. 46

În Marea Britanie s-a prezentat un nou aparat de dozare a anhidridei sulfurice din atmosferă, alimentat printr-o baterie, care nu cîntăreşte decît 5,9 kg. Pentru timpi de dozare de la 1 min pînă la 24 h, se pot măsura concentraţii de 1 000 la 0,005 p.p.m. (2 600—0,013 mg/m$^3$).

Pentru concentraţii mai mari decît 1 p.p.m. (2,6 mg/m$^3$) se pot da indicaţii utile în cîteva minute. Un singur operator poate — în condiţii atmosferice stabile — să efectueze în cîteva ore 20 citiri diferite în diferite puncte ale unei zone care se supraveghează.

S-a pus, de asemenea, la punct un dispozitiv de programare-înregistrare cu ajutorul căruia se pot face o serie de citiri, automat, la intervale dinainte stabilite.

Principiul care a stat la baza construirii acestui aparat se bazează pe absorbţia de $SO_2$ de către apa oxigenată în soluţie. Anhidrida sulfurică este transformată în acid sulfuric şi măsurarea conductibilităţii electrice a soluţiei dă concentraţia de $SO_2$ în aerul absorbit.

Aspiraţia aerului este efectuată cu ajutorul unei pompe cu diagramă acţionată de către un motor electric de curent continuu cu viteză constantă. Aparatul este alimentat cu o baterie electrică de 3 A/h care asigură o funcţionare de 24 h, şi care poate fi încărcată pe loc sau poate fi rapid înlocuită.

*** **Noi filtre fără azbest.** În : Pétrole informations nr. 1261, 1973, p. 36

Pall Europe Ltd, din Portsmouth, în Marea Britanie, a construit o serie de noi filtre fără azbest care sînt folosite pentru sterilizarea aerului, a gazelor sau a lichidelor. Dimensiunea porilor acestor filtre este de 0,2—0,4 μm.

Aceste filtre pot fi sterilizate pe loc cu aburi sau oxid de etilenă sau în autoclave, rezistînd la temperaturi de 140°C timp de 50 ore.

Mediul filtrant este constituit din microfilamente anorganice legate printr-un polimer inert și așezat între un strat prefiltrant și un strat de drenaj. Ansamblul este așezat în cilindrii închiși în cutii din rețea de polipropilenă și așezați în cutii din oțel inoxidabil.

Filtrele pot fi furnizate în cutii de 65, 102 și 219 mm diametru pentru un singur element sau pînă la 5 pile de elemente de 112 cm lungime, care pot filtra pînă la 270 l/oră.

Se vor fabrica și modele pentru o filtrare mai puțin fină, cu dimensiuni ale porilor de 0,65—3 μm.

*** **Uzina societății Aquitania de la Ram River.** În : Pétrole Information nr. 1261, 1973, p. 15.

În Canada, la poalele Munților Stîncoși, la nord-est de Calgary în Statul Alberta s-a descoperit un zăcămînt de gaze naturale. Prima sondă „Strachan 10—31", în anul 1968, apoi la 12 km mai la sud, s-a descoperit structura Ricinus în decembrie 1969, și, în imediata apropiere, aceea de la Beaverhill Lake, în ianuarie 1971.

Aceste zăcăminte conțin hidrogen sulfurat (35 % la Ricinus, 9 % la Strachan, 2,5 % la Beaverhill Lake) iar presiunea în fundul sondei este foarte ridicată (420—500 kgf/cm²). În anul 1969 s-a încheiat un contract pentru exportul acestor gaze naturale în S.U.A. și s-a construit uzina de lichefiere a gazelor naturale de la Ram River. În anul trecut uzina a intrat în funcțiune, la început cu o capacitate de 6 mil. m³/zi și apoi cu capacitatea finală de 11 mil. m³/zi. Această uzină este aprovizionată cu gaze naturale din 8 sonde. Capacitatea maximă a diferitelor structuri este următoarea : Ricinus West — 8 500 000 m³/zi, Strachen-2 500 000 m³/zi și Beaverhill Lake — 300 000 m³/zi. Această uzină este prevăzută cu unități de recuperare a sulfului din cele mai moderne.

Consumul de gaze naturale a crescut în Canada de la 10 miliarde m³ în anul 1961 la circa 28 miliarde m³ în anul 1971, ceea ce a impus guvernului federal anumite măsuri restrictive față de exportul gazelor naturale și al petrolului. Exportul de gaze naturale în S.U.A. a crescut de la 4,7 miliarde m³ în anul 1961 la 25,6 miliarde m³ în anul 1971 și, ceea ce este mai grav, durata de viață a zăcămintelor canadiene a scăzut de la 50 la 30 de ani. Pentru acest motiv în anul 1970 Biroul Federal al energiei a refuzat orice nou export de gaze naturale atît timp cît rezervele nu vor atinge de 25 ori producția estimată a patru ani începînd cu cel al cererii de export ; această reglementare nu a putut fi nici aplicată exportului în S.U.A. deoarece contractul era anterior.

Condensatele extrase din gazele naturale reprezintă circa 90 000 m³ anual.

*** **Flota mondială de petroliere la 1 iulie 1972.** În : Erdöl und Kohle -Erdgas-Petrochemie, nr. 12, 1972, dec., p. 762.

După o statistică întocmită de firma londoneză Davis & Newman Ltd flota mondială de petroliere la 1 iulie 1972 număra 3609 vase cu un tonaj total de circa 170 mil. t. Din acest tonaj total 62 % revine următoarelor patru țări : Liberia 46,4 mil. twd = 26,1 %, Marea Britanie 24,6 mil.twd = = 13,8 %, Japonia 20,4 mil. twd = 11,4 % și Norvegia 19,0 mil. twd = 10,7 %. R.F. Germania deține 3,4 mil. twd = 1,9 % din tonajul total, situîndu-se pe locul 12.

La aceeași dată se găseau în construcție sau în fază de comenzi ferme 734 petroliere cu un tonaj total de 174,7 mil. twd, din care circa 17 % în șantierele navale japoneze, urmate de Norvegia, Marea Britanie și Franța. R.F. Germania cu construcții în curs sau cu comenzi ferme de 2,9 mil. twd = 2,3 % se găsește pe locul 10.

Primele două metaniere pentru transportul gazelor naturale lichefiate, cu capacități de cîte 27 000 m³, au fost construite în 1964. În prezent există 14 asemenea metaniere cu capacități pînă la 71 500 m³, iar alte metaniere cu capacități pînă la 165 000 m³ sînt în construcție. Costul unui metanier de 120 000 m³ în șantierele navale europene se ridică la circa 80 mil.$. Numărul metanierelor în curse pe mare au capacități cu mult mai mici și la începutul anului 1972 existau circa 320 asemenea metaniere cu o capacitate totală de 2 mil. m³.

*** **Reducerea poluării datorită autocamioanelor.** În : Pétrole informations nr. 1261, 1973, p. 36

Calor Gas a pus la punct un dispozitiv care reduce în mare măsură fumul emis de către autocamioanele echipate cu motoare diesel.

Scopul acestui dispozitiv este de a îmbunătăți combustia, în momentul accelerării, printr-un aport de propan. Acest dispozitiv constă dintr-un injector care trimite un adaus de propan bine determinat în momentul în care conducătorul autocamionului accelerează puternic și rapid, înainte ca vehiculul să ia viteză. Acesta este momentul în care motorul diesel emite cea mai mare cantitate de fum.

În afară de fum, acest dispozitiv micșorează și emisiunile de anhidridă sulfuroasă, de oxizi de azot și de oxizi de carbon.

Acest aparat, denumit Dual-Fuel-Mixing System poate fi montat și reglat într-o zi, dar nu poate fi folosit la motoarele diesel rapide ale autovehiculelor ușoare ci este destinat autocamioanelor de mare tonaj.

T. Enger și D. E. Hartman. **Transformarea rapidă de fază în timpul scurgerii gazelor naturale lichefiate peste apă.** În : Gas Abstracts, nr. 12, 1972, dec., p. 242.

Testele executate de Shell Pipe Line Corp au stabilit că la răspîndirea peste apă a unui foarte subțire (sub 0,1 în grosime) de gaze naturale lichefiate supraîncălzite, are loc la interfața cu apa o transformare rapidă de fază și o explozie violentă. Această acțiune se produce la un interval foarte scurt, de ordinul a 0,1 s, după contactul cu apa. Supraîncălzirea necesară pentru explozie se poate produce numai în condiții corespunzătoare pentru „fierberea de tranziție". Intervalul critic de tranziție este limitat de temperatura și compoziția gazelor lichefiate precum și de temperatura apei.

Explozia de vapori a gazelor lichefiate răspîndite pe apă la temperatura ambiantă se produce cînd conținutul de metan este mai mic decît 40 moli %. Într-un rezervor este de așteptat să se producă eventual o explozie, dacă gazele naturale lichefiate ating prin îmbătrînire compoziția cerută pentru a produce o explozie cu apa ambiantă. În cursul transportului pe mare există o probabilitate pentru explozii extrem de redusă.

*** **Sînt în curs încercări de folosire a alcoolului metilic drept combustibil.** În : Petrol Petrochem. Intern., nr. 12, 1972, dec., p. 1.

La una din stațiile energetice ale firmei „New Orleans Public Service Co" (New Orleans, Louisiana) se fac încercări de utilizare la cazane a unui amestec de alcool metilic cu alcooli superiori ca combustibil. La aceste teste firma urmărește procesul de ardere și gazele de ardere.

Din punctul de vedere al protecției mediului înconjurător se semnalează marele avantaj că acest combustibil nu produce bioxid de sulf în gazele de ardere. De remarcat este și faptul că amestecul de alcooli poate fi obținut de țara consumatoare la un preț mult mai scăzut decît gazele naturale lichefiate, care necesită la primire o instalație de gazeificare. În țara producătoare se cere însă o instalație de convertirea gazelor naturale în amestecul de alcooli.

Specialiștii de la „Vulcan — Cincinati", o societate cu activitate de proiectare și expertiză în tehnologia alcoolului metilic, sînt de părere că avantajul alcoolului metilic față de gazele naturale lichefiate rezultă numai dacă se poatea realiza o instalație cu o capacitate zilnică de 20 000—30 000 t de alcool.

Steinmetz. B. **Importanța în viitor a țițeiului și gazelor în cadrul gospodăriei energiei.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, nr. 12, 1972, dec., p. 456—460.

Statisticile elaborate și publicate de „Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen" (societate în care intrau diferite asociații profesionale și institute de cercetare) cuprind un volum mare de date referitoare la consumul de energie și balanțele de energie în R. F. a Germaniei între anii 1960—1970.

Consumul de energie în R. F. a Germaniei a început să crească încă din anul 1950, cînd s-a înregistrat 135,6 mil. t (în echivalent de huilă). Creșterea a continuat, ajungînd la nivelul de 211,5 mil.. t în 1960 (ritm mediu anual de 4,8%) și la 337,1 mil. t în 1970 (ritm mediu de 4,8% între 1960—1970).

O dată cu aceste creșteri mari a consumatorilor de energie s-au produs schimbări structurale în componența purtătorilor de energie. În 1950 combustibilii solizi acopereau 91,9% din consumul total de energie, iar petrolul cu o cotă de numai 4,2% avea un rol secundar. Cota parte a combustibililor solizi în balanța energetică a consumului a scăzut însă în 1960 la 75,4% și în 1970 la 38,4%, pe cînd petrolul în aceleași perioade a avut creșteri spectaculoase, acoperind în balanță 21,0% respectiv 53% și se anticipează o creștere pînă la 57,0% la nivelul anului 1980.

Ca purtători de energie gazele naturale au acoperit în balanța consumurilor în R.F. a Germaniei 0,5% în 1960 și 5,5% în 1970 și se prevede o creștere pînă la 13,5 în 1980. Rezervele interne de gaze naturale sînt limitate, dar producția va crește de la 12 mrd. m³ în 1970 la circa 30 mrd m³ în 1980. Importul de gaze naturale va crește de la 4 mrd. m³ în 1970 la 32 mrd. m³ în 1980, furnizorii principali fiind Olanda, U.R.S.S. și eventual statele ce au exploatări în Marea Nordului.

Field, S. **Înlocuitorii de gaze naturale în S.U.A. și imaginea energiei în 1985.** În : Gas Abstracts, nr. 12, 1972, dec., p. 233

Stanford Research Institute prevede că în S.U.A. în anul 1985 înlocuitorii de gaze naturale obținuți din petrol s-au cărbune vor asigura o producție de 3,3 trilioane cuft/an (1,59 mil. barili/zi echivalent de petrol), ceea ce reprezintă circa 2,4% din totalul cererii de energie estimată la 66,3 mil. barile/zi echivalent de petrol.

Din cantitatea de 3,3 tril. cuft/an înlocuitori de gaze naturale la nivelul anului 1985 revine 1,3 tril. cuft/an înlocuitorilor de gaze obținuți din petrol și 2,0 tril. cuft celor obținuți din cărbune. În 1990 aceste cantități vor crește la 1,93 tril. cuft/an la înlocuitorii din petrol și la 4,0 tril. cuft/an la înlocuitorii din cărbune.

În balanța energetică a S.U.A. petrolul va acoperi în 1985 o cotă de 50% sau circa 33,3 mil. barile/zi. La aceeași dată țițeiul extras din șisturile petroliere va contribui în balanță cu 500 000 barile/zi, iar cel extras din cărbune cu 100 000 barile/zi. Importurile de petrol vor crește de la 3,4 mil. barile/zi cît au fost în 1970 la 18,3 mil. în 1985, ceea ce reprezintă 55% din necesarul de petrol.

* * * **Higrometru de buzunar.** În : Pétrole informations nr. 1260, 1973, p. 35

În Marea Britanie, societatea Shaw Moisture Meters din Bradford (Yorks) a prezentat un higrometru de dimensiuni reduse cu care se pot măsura valori ale umidității de la o milionime la aceea a punctului de saturație, în gaze, lichide, pulberi, granule sau în aerul cu un conținut redus de umiditate. Temperatura mediilor controlate poate fi cuprinsă între 80 și 150°C. Aparatul funcționează cu o baterie uscată. Datorită folosirii semiconductoarelor cu siliciu montate pe circuite imprimate, dimensiunile aparatului sînt foarte reduse (11,4 × × 5,7 × 3,2 cm) iar greutatea lui este sub 40 g.

Aparatul este prevăzut cu două comutatoare și un cablu care este legat de sonda care se scufundă în mediul care se controlează. Timpul de măsură al aparatului este mai mic decît o secundă și precizia de măsurare este de + 3°C la punctul de rouă.

În rafinăriile de petrol sau în alte instalații asemănătoare se pot fixa mai multe sonde în diferite puncte și efectua astfel verificări rapide. Durata normală de viață a unei sonde este de 10 ani. Sondele sînt construite dintr-un condensator a cărei capacitate variază în funcție de apa absorbită de dielectricul său, un strat poros de 10 μm grosime. (Această dimensiune foarte redusă a dielctricului asigură rapiditatea măsurărilor). Variațiile capacității sînt transmise de către circuitul electronic al aparatului la un contor al cărui cadran este gradat direct în grade centigrade la punctul de rouă.

Sondele pot fi montate la o distanță de aparat de circa 100 m, fără a exista riscuri de perturbare de la alte aparate.

# SCURTE ȘTIRI

**În U.R.S.S.** în anul 1973 producția de petrol va crește cu circa 30 mil. t, cu 7,7 % mai mult față de anul 1972 (394 mil. t), prin intrarea în producție a zăcămintelor siberiene, din peninsula Mangislak și din Kazahstan.

**Techmashexport** a semnat un acord cu societatea franceză Stela prin care aceasta va comanda în U.R.S.S. o rafinărie cu o capacitate de 3 000 000 t/an (de tipul celei de la Smirna, în Turcia) care va fi amplasată la Sete. Se pare că U.R.S.S va livra 6 000 000 t/an petrol brut, din care 1 000 000 t/an pentru această rafinărie și 5 000 000 t/an pentru societatea Elf.

**În Algeria** se efectuează studii tehnico-economice privind conducta de transport al gazelor naturale între Hassi, R'Mel și Capul Djinet, la vărsarea fluviului Isser (la numai cîțiva kilometri de Dellye) unde este proiectată construirea unei noi uzine de lichefiere a gazelor naturale. Conducta care urmează să aibă 600 km lungime, va fi compusă din două canalizări de 40" diametru.

Uzina de lichefiere a gazelor naturale, care urmează să aibă o capacitate de 14 miliarde m³/an într-o primă fază și 23 miliarde m³/an în faza finală, va fi dată în funcțiune în anul 1976.

În Elveția va începe în curînd construirea conductei de transport al gazelor naturale din Elveția care va fi racordată la rețeaua societății Swissgaz. Această conductă, de 160 km lungime și 10" diametru va fi pozată pe fundul lacului Leman pe o distanță de circa 100 km, la adîncimi pînă la 300 m. Capacitatea de transport a acestei conducte va fi inițial de 200 mil m³/an, ajungînd ulterior la 600 mil. m³/an.

**În Republica Federală Germania,** conform datelor furnizate de Deutsche Shell A.G., consumul intern de gaze naturale în anul 1972 a fost de 28 miliarde m³, cu 26,5% mai mult față de 22,1 miliarde m³ în anul 1971, dintre care 36%, deci 10 miliarde m³, au fost importate (față de 29,5% în anul 1971 și 22,5 % în anul 1970).

Gazele naturale au reprezentat 8,6% din consumul de energie (față de 7,1 % în anul 1971 și de 4,2% în anul 1970).

**În S.U.A.**, conform unei prime estimări, în anul 1972, consumul de produse petroliere a fost de 815 mil. t (cu 6,7 % mai mult decît în anul 1971) ; producția a atins 560 mil. t față de 558 mil. t în anul 1971) și importul 235 mil. t (deci 19,7 mai mult decît 196,5 mil. t în anul 1971).

**În Algeria**, exportul a crescut de la 4 170 mil. dinari algerieni în anul 1971 la 6,5 miliarde dinari algerieni în 1972, datorită exportului de petrol și condensate care a depășit suma de 5 miliarde dinari algerieni (față de 3 miliarde în anul 1971).

**În Iran** se va construi o rafinărie la Tabriz, care va avea o capacitate de 4 000 000 t/an. Noua rafinărie va fi prevăzută cu o unitate Isomax pentru îmbunătățirea producției de distilate,

cu o capacitate de 3 000 t/zi. Rafinăria, care va avea de asemenea o unitate pentru producerea benzinelor grele, o unitate de platforming V.O.P. și o unitate de visbreaking, va intra în funcțiune în anul 1976.

**În Camerun** se va construi o rafinărie cu o capacitate inițială de 1,5 mil. t/an care va fi mărită ulterior la 2 mil. t/an.

**În Peru**, după terminarea studiului de rentabilitate, se studiază proiectul conductei de transport al petrolului pe coasta de nord. Conducta, care va avea 897 km lungime, reprezintă o investiție de 227 mil. dolari și va intra în funcțiune la începutul anului 1976.

**INOC** a încredințat societății italiene Snam Progetti studiul tehnic și economic al unui proiect de conductă prin care petrolul de la Kririkuk ar urma să fie transportat într-un port turc de la Marea Mediterană. Lucrarea ar avea o lungime de 900 km și o capacitate inițială de 25 mil. t/an care ar urma să fie mărită la 35 mil. t/an.

**În Canada**, Alyeska Pipeline Service Company a încredințat societății Fluor Engineers and Constructors Inc. terminarea engineeringului și construcției stațiilor de pompare ale conductei transalaskane, cum și amenajarea stației terminale de la Valdez, unde va ajunge această conductă de 48'' diametru și 1300 km lungime prin care va fi transportat petrolul din North Slope.

**În Algeria** se va extinde într-o a doua fază capacitatea de transport al gazelor naturale a conductei Hassi R'Mel — Skikda — prin adăugarea de noi compresoare — de la 5,7 la 9,2 miliarde m³/an. Lucrările de extindere vor dura 1 an și jumătate.

**În Indonezia** se va construi în Insula Djava o rafinărie cu o capacitate de 5 000 000 t/an care va fi terminată în anul viitor. Rafinăria va avea o unitate de fabricare a lubrifianților cu o capacitate de 80 000 t/an.

S-a descoperit petrol în Golful de Suez, la sud de zăcămîntul de la Ras Ghareb. S-a obținut un debit de 200 t/zi petrol de 29° API la o adîncime de 900 m.

**În Canada** s-au descoperit urme de gaze naturale pe insula Emerald în regiunea arctică, la o adîncime de 1 624 m.

**În Indonezia** s-a descoperit petrol cu un debit de 500 t/zi și gaze naturale cu debit de 178 000 m³/zi în Marea de Djava.

**În Mexic** s-a descoperit petrol în ritm de 300 t/zi și gaze naturale 163 600 m³/zi într-o regiune a statului Chiapas, în apropierea frontierei cu Guatemala.

**În Olanda** se prevede în acest an o producție de 66 miliarde m³ gaze naturale. În anul trecut s-au produs 58 miliarde m³ cu 30% mai mult decît în anul 1971.'

**În Egipt** va intra în producție zăcămîntul de petrol descoperit la sfîrșitul anului trecut în deșertul occidental, la 56 km la est de zăcămîntul de la Abu Al Gharadik. Programul de dezvoltare prevede forarea în acest an a 10 sonde pentru o capacitate de producție de 2 000 t/zi.

**Producția zăcămîntului submarin de la Morgan** a scăzut la 7 000 000 t/an (față de 17 mil. t în anul 1970). Se vor efectua lucrări în valoare de 40 mil. dolari — care vor permite injectarea a 6 mil. t/zi apă de mare prin 10 sonde special forate în acest scop. Prin acest procedeu rezervele recuperabile vor fi de 70 mil. t.

**Producția de petrol a Irakului** a fost în anul 1972 de 32 036 000 t (față de 30 074 000 t în anul 1971).

Capacitatea rafinăriei de la Pancevo, în apropiere de Belgrad, a societății Naftagas, care este în prezent de 1,3 mil. t/an, va fi mărită, în două etape, la 4,3 mil. t/an în anul 1975.

Consumul de produse petroliere a crescut în anul 1972 cu 8—9%, atingînd cifra de 9 mil. t.

**În Australia**, rezervele de gaze naturale descoperite în podișul de nord la Scott Rief, Goodwyn, Angel și Rankin nu pot fi estimate cu precizie. Se pare că rezervele de gaze naturale sigure și probabile care vor putea fi recuperate de la North Rankin ar fi de circa 280 miliarde m³. Rezervele de gaze naturale descoperite pînă în prezent pe podiș, cu excepția celor de la Scott Rief, ar fi de 560 miliarde m³ (această cifră se bazează pe metode empirice de estimare).

**În Canada**, Shell a întîlnit o acumulare de hidrocarburi la 800 m adîncime la sonda Niglintgak H-30 în delta fluviului Mackenzie.

**În S.U.A.** se prevede că importul de petrol în acest an va crește cu 24,4%, de la 600 000 t/zi în anul 1972 la 900 000 t/zi, și că producția de petrol va scădea cu 2,1 %, de la 1 575 000 t/zi la 1 540 000 t/zi. Producția de gaze naturale lichefiate va crește la 200 000 t/zi.

**Canada** va exporta 14 mil. m³ gaze naturale lichefiate, furnizate de Gas Metropolitan (Québec).

**În Indonezia**, la sonda Kasim nr. 3, s-au obținut 6 000 t/zi petrol, la adîncime de 1 039, 1 062 m. Sonda Kasim nr. 3 este situată la 400 m distanță de sonda Kasim nr. 1, care a dat 250 t/zi petrol de 38³ API în luna octombrie a anului trecut. Zăcămîntul va intra în producție la sfîrșitul acestui an cu 1 500 000 t/an.

**În Spania**, capacitatea rafinăriei de la Castellon de la Plana va fi mărită de la 4 000 000 la 10 000 000 t/an.

**În Canada**, rafinăria de la Trafalgar, în apropiere de Oakville își va dubla capacitatea de la 6 000 la 13 000 t/zi. Se va realiza o unitate de distilare sub vid cu o capacitate de 6 500 t/zi, o unitate de cracare catalitică de 2 000 t/zi și o unitate de lichefiere a gazelor de sondă de 500 t/zi. Lucrările vor dura doi ani, și vor costa 60 mil. dolari canadieni.

**În Spania** se vor construi trei conducte pentru transportul produselor finite, în lungime totală de 740 km. Lucrările care vor fi terminate la sfîrșitul anului viitor — vor costa 2,6 miliarde de pesetas. Prima conductă va face legătura între rafinăria de la Bilbao și Valladolid, trecînd prin Vitoraia, Burgos și Valencia ; această conductă va avea 280 km lungime și va costa 1 miliard de pesetas. Cea de-a doua conductă va face legătura între rafinăria ce se va construi la Tarragona și Sarragossa, prin Lerida-Huesca ; această conductă va avea 230 km lungime și va costa un miliard de pesetas. Cea de-a treia conductă va lega rafinăria de la Puertollano cu Madrid, va avea 230 km lungime și va costa 500 mil. de pesetas.

**În S.U.A.** s-a descoperit un zăcămînt de gaze naturale în golful Mexic. Între 3 345 pînă la 2 256 m sonda a dat un debit de 150 000 m³/zi.

**În Indonezia** sonda Badak nr. 6, la est de Kalimantan, a dat 672 000 m³/zi gaze naturale și 100 t/zi condensate. Se forează sonda Badak nr. 7 — la 2 400 m — în apropiere de vechiul zăcămînt Sambodja, la 60 km la sud de Badak, pe coasta de est a insulei Borneo.

**În Republica Federală Germania** s-au produs în anul 1972, 17 160,9 mil. m³ gaze naturale, cu 16 % mai mult decît în anul 1971. Producția medie zilnică a fost de 526,7 mil.m³.

**În Olanda**, producția de petrol a societății NAM a fost în anul 1972 de 1,6 mil. t (față de 1,7 mil. t în anul 1971). Consumul de gaze naturale totalizează 60 531 mil. m³ (față de 45 837 mil. m³ în anul 1971).

**În Marea Britanie** se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 4 mil. t/an care ar costa 45 mil. lire sterline.

**În Republica Congo-Brazzaville** se va construi o rafinărie cu o capacitate de 3 000 t/zi.

**În Abu Dhabi**, ADMA a încredințat societății Power Gas Limited, extinderea instalațiilor de producere a petrolului din zăcămintele submarine de la Zakum și Umm Sharf prin metode de injectare de apă sărată sub presiune în sonde separate de cele productive, pentru a ridica presiunea rezervelor de petrol. Această tehnică necesită numeroase platforme de forare, circa 130 km de conducte, generatoare de putere și echipament de pompare. Lucrările vor începe peste doi ani și vor costa 100 mil. lire sterline. Prin acest sistem producția de petrol va crește de la 80 000 t/zi la 200 000 t/zi în anul 1980.

**În Etiopia** s-a descoperit un important zăcămînt de gaze naturale în deşertul Ogaden. Sonda Calub nr. 1 situată la 500 km la sud-est de Addis Abeba a produs pînă la 1 mil. $m^3$/zi.

**În Polonia**, în anul 1973, producţia de gaze naturale va creşte la 6 054 miliarde $m^3$ (cu 10% mai mult decît în anul 1972).

**La Singapore**, societatea Royal Dutch Shell construieşte o a doua rafinărie cu o capacitate de 9 mil. t/an care va costa 350 mil. dolari.

**Acord tehnic comercial între Dalmine şi Sisok.** A fost încheiat un acord de cooperare tehnico-economică la Milano, între companiile italiene Dalmine şi Siderexport şi compania de stat iugoslavă pentru oţel Zeljezara Sisak.

În cadrul acordului este prevăzut schimbul de informaţii privitoare la cercetări, experimentări şi tehnologii noi pentru producţia de tuburi de oţel.

Acordul prevede schimbul unor cantităţi mari de tuburi din oţel.

De asemenea se vor exporta conducte pentru sistemul de alimentare cu apă şi tuburi comerciale de calitate, iar Dalmine va trimite în Jugoslavia tuburi de calitate pentru industriile termale şi petroliere, precum şi tuburi din oţel inoxidabil.

**În prezenţa şahinşahului** s-a inaugurat în Iran, în noiembrie 1972, noua instalaţie de încărcare în largul mării a petrolierelor, care acostează la o dană de încărcare dotată cu tot echipamentul necesar. La această dană, construită în dreptul coastei de vest a insulei Kharg, pot acosta pe una din laturi petrolierele de capacităţi mari (500 000 dwt), iar pe latura opusă petrolierele de capacităţi curente (pînă la 300 000 dwt). Adîncimea apei la dană este de circa 30,5 m. Lucrările acestei instalaţii de încărcarea petrolierelor au început în februarie 1971.

**Contract pentru pompe electrice submersibile.** Maşinoimport din U.R.S.S. a încheiat cu societatea TRW din Cleveland, Ohio, S.U.A., un contract în valoare de peste 20 mil. dolari pentru livrarea a mai multor sute de unităţi de pompare electrice submersibile, tip Reda, pentru extragerea ţiţeiului din sonde.

Unităţile se livrează complete cu aparatura electrică asociată şi instrumentele necesare.

Livrările încep în luna martie 1973 şi vor fi terminate în interval de un an.

În contract se prevede şi instruirea personalului sovietic în uzina Reda, cît şi supravegherea operaţiunilor de instalare şi punere în funcţiune în şantiere.

Contractul mai prevede şi opţiuni pentru achiziţionarea de alte unităţi adiţionale.

Guvernul S.U.A. a acordat licenţa de export pentru 35 milioane dolari, iar Vneştorg, banca U.R.S.S. pentru comerţul exterior, obţine asistenţa financiară prin banca de Export-Import din S.U.A.

# RECENZIE

**GH. COSTACHE** **Forajul şi exploatarea sondelor de apă.** Editura tehnică, Bucureşti, 1972, 416 p.

O dată cu progresul civilizaţiei şi cu dezvoltarea industriei şi agriculturii consumul de apă creşte cu rapiditate.

Pentru obţinerea unor cantităţi sporite de apă se execută lucrări de foraje care au scopul de a pune în exploatare pînzele de apă subterane.

Lucrarea în discuţie tratează, în ordine cronologică, toate operaţiile care se execută în procesul tehnologic al forajului, al punerii în producţie şi al exploatării sondelor de apă.

Autorul a reuşit să prezinte, într-o formă uşor accesibilă, cunoştinţele necesare specialiştilor cu pregătire medie, care activează în şantierele de foraj care au ca obiective ,,Stratele acvifere'' pentru diferite scopuri (studii hidrogeologice, alimentări cu apă, drenări şi asecări).

Lucrarea este formată din două părţi.

Prima parte se referă la forajul sondelor de apă. Se arată, mai întîi, importanţa lucrărilor de hidrogeologie şi se dau cîteva noţiuni generale privitoare la modul de determinare a caracteristicilor stratelor acvifere.

În continuare se descriu metodele de foraj şi se indică instalaţiile adecvate forării sondelor de apă. Se insistă asupra tehnologiei forajului hidrogeologic şi a parametrilor regimului de foraj, arătîndu-se corelaţia dintre aceştia.

Întrucît fluidul de foraj este un element de bază ce contribuie la reuşita forării unei sonde de apă, i se rezervă un spaţiu important. Se arată tratamentele la care trebuie supus şi instrumentele necesare urmăririi caracteristicilor fluidului de foraj.

Se descriu, în detaliu, sapele de foraj şi carotierele, făcîndu-se considerente asupra modului lor de folosire cel mai judicios.

În continuare se prezintă operaţia de consolidare a găurii de sondă dîndu-se elementele necesare tubării şi cimentării coloanelor de tubaj.

Se studiază garnitura de foraj, atît din punct de vedere al materialului, cît şi ca forme constructive şi se dau formulele necesare pentru calcularea eforturilor în diferitele elemente ale garniturii.

În încheierea părţii întîi sînt descrise accidentele tehnice de foraj, precum şi metodele de prevenire şi combatere a acestora.

Partea a doua a lucrării se referă la punerea în producţie şi exploatarea sondelor de apă.

Mai întîi se descriu metodele de con, fecţionare a diferitelor tipuri de filtre-decantoare, dispozitive de etanşare, precum şi metodele de formare a coloanelor filtrante.

Se insistă în mod deosebit asupra celor mai dificile operaţii de care depinde reuşita sondelor de apă, ca, de exemplu: traversarea stratelor acvifere, introducerea coloanelor filtrante, decolmatarea, deznisiparea şi punerea în exploatare. Se face o descriere amănunţită a utilajului necesar pompărilor, şi anume: pompe cu piston, centrifuge cu ax orizontal şi cu ax vertical, canadiene cu aer comprimat şi compresoare, arătîndu-se modul normal de funcţionare, precum şi metodele de remediere în cazul defectării lor.

La sfîrşitul lucrării se descriu dispozitivele de măsurare a nivelului apei în gaura de sondă şi a debitului.

Avînd în vedere că lucrările de prospectare şi exploatare a apelor subterane vor lua amploare din ce în ce mai mare în viitor cartea ,,Forajul şi exploatarea sondelor de apă'', este deosebit de utilă atît tehnicienilor şi inginerilor care lucrează în prezent, cît şi celor care se pregătesc pentru a lucra în domeniul forajului şi exploatării sondelor de apă.

Revista PETROL şi GAZE. Redacţia: Bucureşti, Calea Plevnei, 139, telefon 49.22.60 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. telefon 49.59.25. Calea Plevnei 139 cont 640 302-14. Banca Naţională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8. Taxele poştale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I.P.I.c. 2166

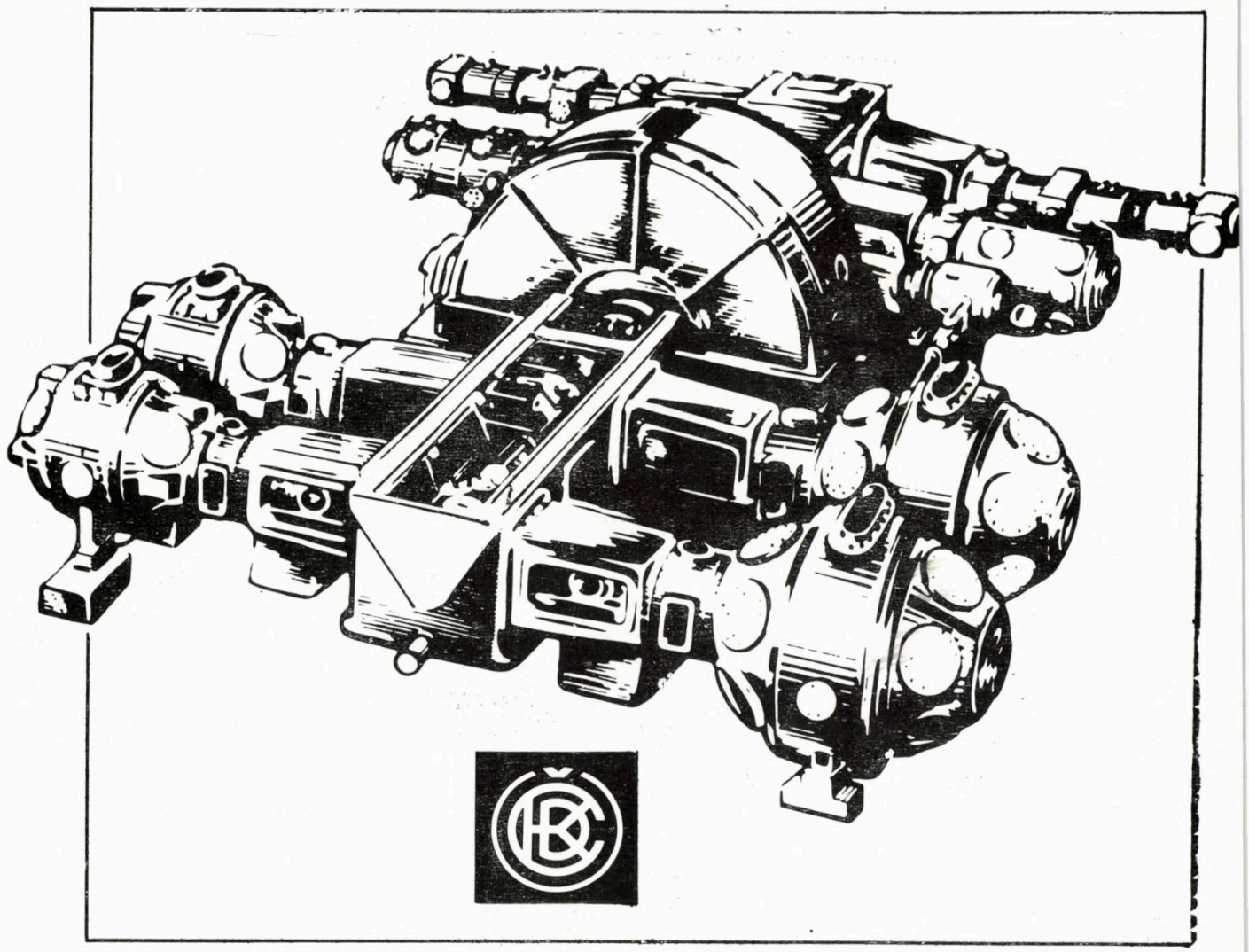
14 330



MŰSZAKI KÖNYVTÁRES OKTATÁSI KÖZPONT

# Avantaje de mare importanţă

- 55% greutate redusă, în comparaţie cu compresoarele orizontale;
- 50% reducere la suprafaţa de construcţie, în comparaţie cu compresoarele clasice;
- cheltuieli scăzute pentru construcţii;
- control automat al producţiei;
- sistem de semnalizare garantat şi echipament de securitate;
- balanţa perfectă, asigurînd o înaltă eficienţă mecanică;
- uşor accesibile din orice parte.



# Compresoarele cu balanţe opuse

în variante cu două, patru, şase şi opt cilindri pentru un randament de pînă la 40 000 $m^3/h$ şi o presiune înaltă de pînă la 400 $kg/cm^2$.

SE EXPORTĂ PRIN:

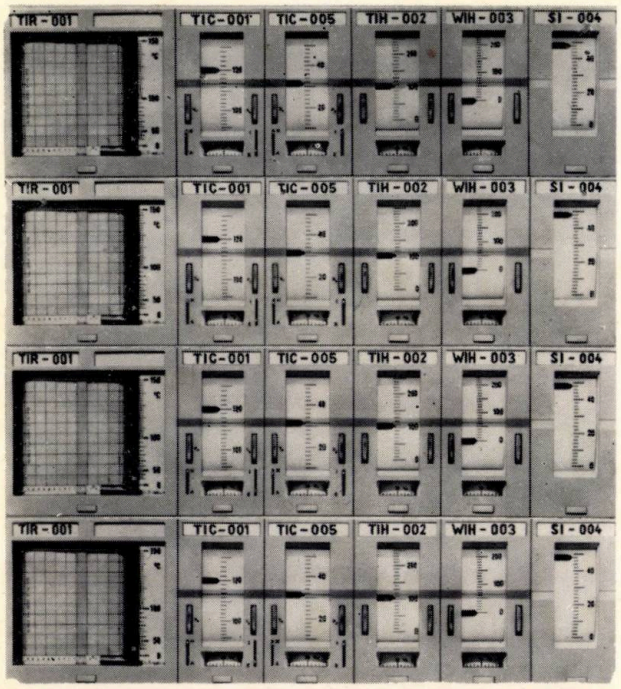
**pragoinvest**

P.O.B. 890 PRAGA 9 CEHOSLOVACIA

PRODUCĂTOR:

**ČKD PRAHA**

UZINELE DE COMPRESOARE




# ursacord®

## SERIA DE PRODUSE URSACORD—NULLTREND

reprezintă un sistem mare de aparate amplasate pe o suprafaţă redusă, care permite o privire de ansamblu mai bună.

Construcţia compactă a sistemului Nulltrend corespunde condiţiilor impuse de cerinţele actuale ale unei întreţineri moderne.

Caracteristici: informaţii rapide şi cuprinzătoare asupra desfăşurării proceselor; evitarea situaţiilor de lipsă de excitabilitate şi a suprafeţei de informaţii; înlăturarea sigură a stării critice în desfăşurarea proceselor, operatorul avînd posibilitatea să depisteze rapid defectele.

Aparatele din seria ursacord—Nulltrend îmbunătăţesc procesul de conlucrare dintre om şi maşină.

La cerere oferim prospecte.

*Seria ursacord — Nulltrend un sistem de mari proporţii pe o suprafaţă mică!*

Informaţii suplimentare se pot obţine prin:
Biroul tehnico-comercial
Elektrotechnik – Export – Import
Bucureşti – R.S. România
Str. Compozitorilor 30
Bl. OD. sc. A.

**DDR-AUTOMATISIERUNGSGERÄTE**

VEB
MESSGERÄTEWERK
ERICH WEINERT
MAGDEBURG
BETRIEB DES VEB KOMBINAT MESS- UND REGELUNGSTECHNIK

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

For the rapid expansion of the mining industry apply to

# geomin

Foreign Trade Company for Mines, Oil and Geology
Splaiul Independenţei 202, Sect. 7
Bucharest — Romania
Telephone: 49.24.25 Telex: 011242 Cables: GEOMIN

They ensure the development of mineral deposits by supplyng COMPLETE INSTALLATIONS operating at the world level of technology and applying techniques of high efficiency.
By means of their specialized institutes and highly skilled staff they can carry out:

- geological survey and exploration, technological research and studies in their own laboratories and pilot plants;
- feasibility studies for different types of deposit;
- general and working designs for mining projects and non-ferrous metallurgy, as well as ancillary works (land planning, water catchment, railways and highways, power stations, storehouses, accommodation for personnel, etc.).
- Technical assistance and training of personnel for operating the installations supplied.
- Supply of mining equipment for open cast and underground exploitations as well as the equipment and machines necessary for dressing plants and non-ferrous metallurgy.
- GEOMIN also provides for the oil extraction industry:

  — Synthesis studies for the appraisal of oil and gas reservoirs;

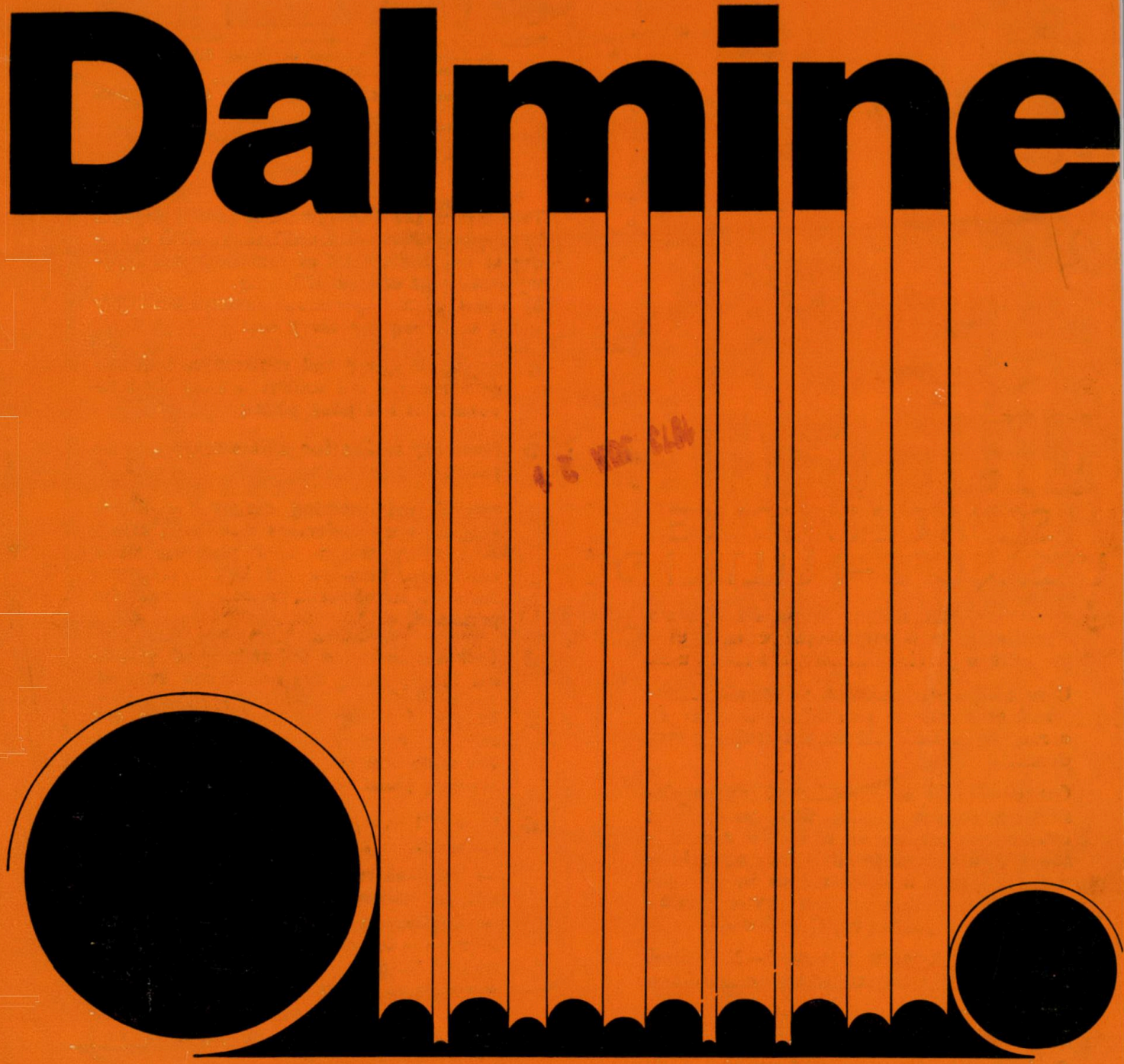
  — Exploration programmes; — Geological surveys; — Geophysical prospecting; — Structural drilling; — Drilling of exploration and development wells;

  — Design, delivery and building of production facilities (tank farms, pipelines, etc.)

GEOMIN

Țevi și conducte sudate și fără cusătură pentru toate scopurile industriale și civile

# Dalmine



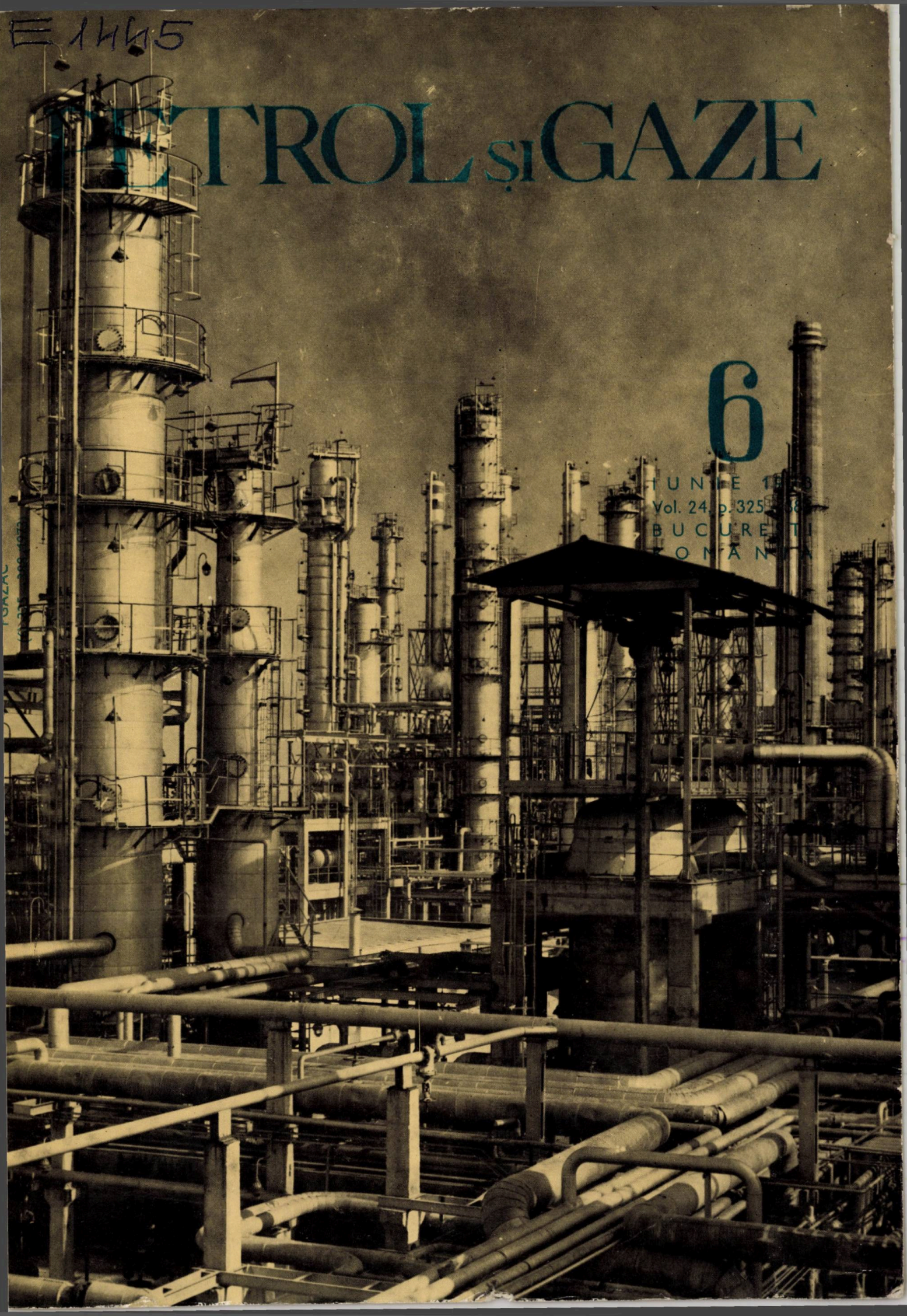
sînt exportate prin siderexport

finsider group

PUBLICOM

E 1445

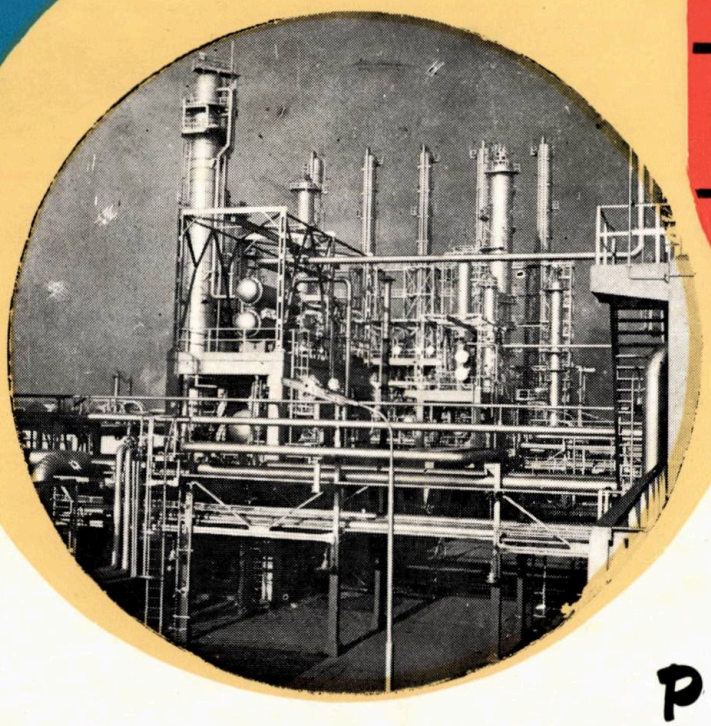
# PETROL ȘI GAZE



6

IUNIE 19[illegible]8
Vol. 24, p. 325-[illegible]8
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

# centrala industrială de rafinării și petrochimie PLOIEȘTI



## PRODUCE

Propilenă pentru polimerizare
Propilenă pentru sinteze organice
Oxid de etilenă
Glicoli și poliglicoli
Anhidridă ftalică
Anhidridă maleică
Fenol
Acetonă
Clorură de colină
Polietilenă pentru:
— film
— injecție
— corpuri suflate
— uz general
Metil-etil-cetonă
Etilmercaptan
Acetilenă tehnică
Benzină auto COR 75
Benzină auto COR 88
Benzină auto COR 90
Benzină auto COR 92
Benzină auto COR 98
Benzen
Toluen
Ortoxilen
Metaxilen
Paraxilen
Petrol lampant
Combustibil pentru turboreactoare
Motorină cong. — 5°C
Motorină cong. — 10°C
Motorină cong. — 15°C 2 U
Aragaz
Cocs petrol
Combustibil pentru calorifer

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI



BIBLIOTECA CENTRALĂ


## CUPRINS


VOL. XXIV, Nr. 6
iunie 1973



F. Popescu: **Contribuţii la studiul paleontologic al depozitelor pliocene din Depresiunea Subcarpatică şi Platforma Moesică** 331–335

I. Ana, Gh. Ionescu şi T. Pitea: **Unele aspecte în legătură cu utilizarea fluidelor de foraj la sondele de mare adîncime. II** 336–340

P. Eftimescu, R. Brătianu şi N. Petre: **Contribuţii la îmbunătăţirea calităţii prăjinilor de pompare în scopul diversificării folosirii acestora în diferite condiţii de exploatare. II. Avariile prăjinilor de pompare şi unele măsuri de reducere a acestora** 341–350

I. Stanciu: **Emulsiile apă–ţiţei ca fluide nenewtoniene. Studiul reologic experimental. II** 351–359

I. Nicolau, V. Hănciulescu şi V. Butufei: **Consideraţii asupra unor soluţii noi ale problemei protecţiei manometrelor de foraj** 360–365

D. Dobrinescu: **Utilizarea energiei nucleare în marile rafinării şi combinate petrochimice** 366–369

M. Bălan şi I. Geangălă: **Considerente asupra regimului optim de exploatare a turbocompresoarelor cuplate în serie pe sistemele de transportat gaze** 370–379

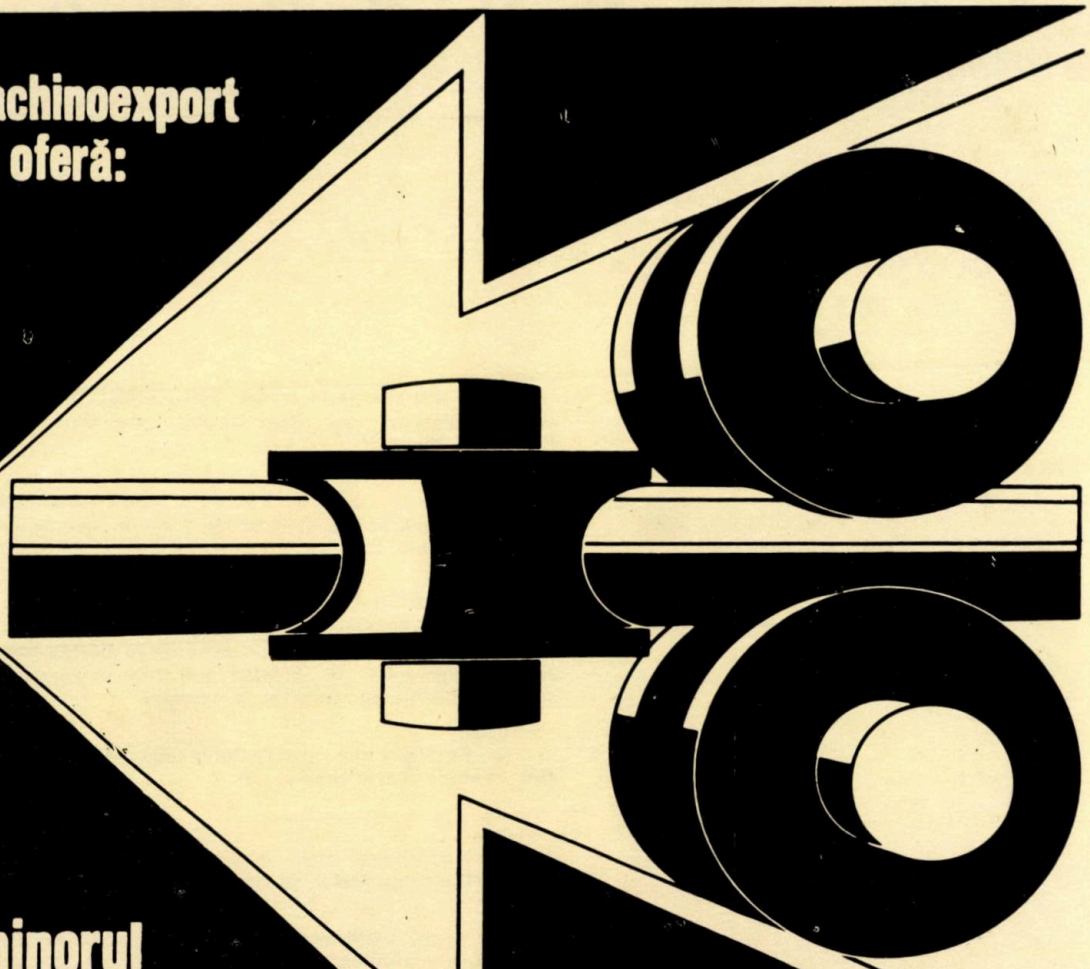
**Cronică** 380–381

**Documentare** 382–386

**Informaţii tehnico–economice** 365, 387–388

**Note tehnice** 350,388

**Imachinoexport vă oferă:**



# laminorul continuu 30—102

pentru fabricaţia tuburilor fără cusătură pentru diverse scopuri: construcţii, instalaţii chimice, petroliere, energetice şi altele, cu diametre între 30—102 mm, grosimea peretelui 2—6 mm, lungimea 6—12 m.

**ACEASTĂ METODĂ DE LAMINARE ASIGURĂ:**

— randament ridicat la fabricaţia de tuburi cu pereti subtiri;

— calitatea ridicată a tuburilor, în special a suprafeţei, datorită repartiţiei judicioase a deformaţiilor între laminoarele Mannesmann şi celor continui şi datorită laminării pe o suprafaţă lungă şi lucie;

— consum minim de metal datorită posibilităţii de a obţine tuburi foarte lungi înaintea reducerii;

— simplitatea procedeului tehnologic şi posibilitatea automatizării complete.

**MACHINOEXPORT**

☎ 14715-42 SSSR MOSKVA 117330 7207 MOSKVA V-330

PUBLICOM

# CONTENTS


F. POPESCU

**Contribution to the Paleontological Study of the Pliocene Deposits from the Subcarpathian Depression and the Moesic Platform** 331

I. ANA, GH. IONESCU, T. PITEA

**Some Aspects concerning the Utilization of Drilling Fluids in Deep Wells** 336

P. EFTIMESCU, R. BRĂTIANU, N. PETRE

**Contribution to the Improvement of the Quality of Sucker Rods Aiming at Diversifying their Use under Different Exploitation Conditions. II. The Breakdowns of Sucker Rods and Some Ways of Reducing Them** 341

I. STANCIU

**The Water — Crude Oil Emulsions as Non-Newtonian Fluids. An Experimental Rheological Study. II.** 351

I. NICOLAU, V. HĂNCIULESCU, V. BUTUFEI

**Considerations concerning Some New Solutions of the Problem of Drilling Manometer Protection** 360

D. DOBRINESCU

**The Use of Nuclear Energy in the Big Refineries and Petrochemical Combines** 366

M. BĂLAN, I. GEANGĂLĂ

**Some Considerations on the Optimum Exploitation Regime of Turbocompressors Coupled in Series on Gas-Conveying Systems** 370


F. Popescu: **Contribution to the Paleontological Study of the Pliocene Deposits from the Subcrpathian Depression and the Moesic Platform**


The paper contains a Paleontological study of the first Pliocene fauna exclusively extracted from the cores drilled in the Moesic Platform and the Subcarpathian Depression.

On the basis of characteristic fossils, the Pliocene horizons are established as Meotian, Pontian, Dacian and Levantine.

The paper includes some graphical annexes and 5 photographic plates of macrofossils.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 331
D.C. 551.782.2


P. Eftimescu, R. Brătianu, N. Petre: **Contribution to the Improvement of the Quality of Sucker Rods Aiming at Diversifying their Use under Different Exploitation Conditions. II. The Breakdowns of Sucker Rods and Some Ways of Reducing Them**


A comprehensive analysis of the sucker rod breakings is made and the causes of the breakdowns are elucidated on the basis of a great number of data classified according to each aspect of the breakdown. The methods allowing to reduce these breakdowns for increasing the working capacity of sucker rods in order to extend the service life of such rods are pointed out.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 341
D.C. 622.243.425


I. Nicolau, V. Hănciulescu, V. Butufei: **Considerations concerning Some New Solutions of the Problem of Drilling Manometer Protection**


The multiple aspects of the manometer protection problem have been systematised and the significance of the representative solutions adopted for the pressure measurement in the drilling process are analysed. Parallelly, one presents the new solutions worked out for two main protection purposes, i.e. damping of pressure pulsations and separation of the measuring liquid from the working one. The applicability of the respective principle solution generally refers to the manometers used under pulsatory pressure conditions for working liquids with different impurities. The constructive conception of the apparatus achieved and the experimental data presented exclusively concern the drilling manometres and their exploitation peculiarities.

The advantages resulting from applying these solutions to the apparatus presently produced in the Socialist Republic of Romania, from the theoretical as well as fabrication and exploitation viewpoints are pointed out and compared with the present achievements on world level.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 360
D.C. 531.787: 622.24


D. Dobrinescu: **The Use of Nuclear Energy in the Big Refineries and Petrochemical Combines**


The electrical power-, steam-, and industrial water requirements of oil-and gas-processing and chemization combines are presented. On the basis of some principle schemes, the possibilities are discussed of using the nuclear power in such combines in order to obtain a mixed production of electrical power, technological steam and industrial water by sea water desalting as well as of thermal energy for achieving some endothermic chemical reactions at high temperatures. Some concrete data and some arguments in favour of these uses are given.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 366
D.C. 621.039: 665.6


M. Bălan, I. Geangălă: **Some Considerations on the Optimum Exploitation Regime of Turbocompressors Coupled in Series on Gas-Conveying Systems**


The paper establishes the optimizing criteria of the functional regimes of turbocompressors working coupled in series within an intermediate station for gas transport at great distances. After discussing the necessity of coupling in series the turbocompressors, the authors describe the composition process, the present way of correlating the functional regime of the station with the gas line parameters as well as the exploitation criteria in optimum regime of two aggregates of the same type. The conclusions reached are edifying as concerns the establishment of the functional regime of serially coupled aggregates and the exploitation of turbocompressors on the basis of the nomograms established. Important economic effects are thus obtainable.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 370
D.C. 621.515: 622.691.4

# СОДЕРЖАНИЕ


Ф. ПОПЕСКУ

**К вопросу палеонтологического изучения плиоценовых отложений из Предкарпатской депрессии и Мезийской платформы** 331

И. АНА, Г. ИОНЕСКУ, Т. ПИТЯ

**Несколько аспектов в связи с применением бурового раствора в скважинах большой глубины** 336

П. ЕФТИМЕСКУ, Р. БРЭТИАНУ, Н. ПЕТРЕ

**К вопросу улучшения качества насосных штанг с целью разновидного их использования в различных условиях эксплуатации. II. Аварии насосных штанг и ряд мероприятий по их снижению** 341

И. СТАНЧУ

**Эмульсии вода-нефть в качестве неньютоновых флюдов. Опытное реологическое изучение. II.** 351

И. НИКОЛАУ, В. ХЭНЧУЛЕСКУ, В. БУТУФЕЙ

**Соображения относительно ряда новых решений по проблемам защиты буровых манометров** 360

Д. ДОБРИНЕСКУ

**Применение ядерной энергии в больших нефтеперерабатывающих заводах и в нефтехимических комбинатах** 366

М. БЭЛАН, ДЖАНГЭЛЭ, И.

**Соображения относительно оптимального режима эксплуатаций турбокомпрессоров в серийном сцеплении по системам транспортировки газов** 370


Ф. Попеску: **К вопросу палеонтологического изучения плиоценовых отложений из Предкарпатской депрессии и Мезийской платформы**


Эта работа представляет собой палеонтологическое узучение первой плиоценовой фауны взятое исключительно из кернов скважин пробуравленных в Мезийской платформе и Предкарпатской депрессии.
На основание характерных ископаемых приходят к горизантированию плиоцена в меоциане, понтиане, в дакийской и левантинской зонах. К работе имеются графические приложения и 5 фотографических мензул макрофосил.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 331
Д.К. 551.782.2


П. Ефтимеску, Р. Брэтиану, Н. Петре: **К вопросу улучшения качества насосных штанг с целью разновидного их использования в различных условиях эксплуатации. II. Аварии насосных штанг и ряд мероприятий по их снижению**


Приводится широкий анализ ломки насосных штанг, выясняются причины аварий на основе большого числа данных, классифицированных соответственно каждому из аспектов аварий и указываются методы которыми можно уменьшить эти аварии с тем что-бы увеличить работоспособность штанг с целью продления времени их работы.



Petrol şi Gaze **24**, 1973, nr. 6, p. 341
Д.К. 4.622.243.425


И. Николау, В. Хэнчулеску, В. Бутуфей: **Соображения относительно ряда новых решений по проблемам защиты буровых манометров.**


Систематизируя многичисленные аспекты проблемы защиты манометров, анализируются показательные решения принятые для измерения давления в течение процесса бурения. Параллельно приводятся новые решения разработанные для двух главных объективов по защите: [амортизация пульсаций давления и отделение жидкости измерения от рабочей жидкости. Применяемость соответствующих принципальных решений относится вообще к манометрам используемых в условиях пульсационных давлений, для рабочих жидкостей с различным загрязнениями. Конструктивный замысел выполненной аппаратуры и представленные опытные данные имеют ввиду исключительно буровые манометры и специфику их эксплуатации. По сравнению с актуальными достижениями на мировом уровне, отмечают преимущества теоретического порядка, производства и эксплуатации которые достигаются аппаратурой изготовленной в настоящее время в Социалистической Республике Румыния, согласно этим решениям.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 360
Д.К. 531.787:622.24


Д. Добринеску: **Применение ядерной энергии в больших нефтеперерабатывающих заводах и в нефтехимических комбинатах**


Приводится потребность в электроэнергии, паре и промышленной воды для комбинатов по переработке и химизации нефти и газов. Обсуждается, на основание нескольких принципиальных схем, возможность применения ядерной энергии в таких комбинатах с целью смешанного производства электрической энергии, технологического пара, промышленной воды путем обессоливания морской воды и термической энергией для достижения эндотермических химических реакций при высоких температурах. Приводятся несколько конкретных данных и ряд положительных аргументов относительно этого применения.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 366
Д.К. 621.039:665.6


М. Бэлан, И. Джангэлэ: **Соображения относительно оптимального режима эксплуатаций турбокомпрессоров в серийном сцеплении по системам транспортировки газов**


В статье устанавливаются критерии по оптимизации функциональных режимов турбокомпрессоров работающих в серийном сцеплении в рамках промежуточной станции по транспортировке газов на большом растоянии. В первой части обсуждается необходимость серийного сцепления турбокомпрессоров и продолжается описание процесса составления, актуальный способ корреляции функционального режима станции с параметрами трубопровода, а также и критерии по эсплуатации 2 агрегатов одновременно, в оптимальном режиме. Заключения которые выводят из обсуждения этой темы убедительны в отношении определения функционального режима агрегатов состоящих в серийном сцеплении, и эксплуатации турбокомпрессоров на основание установленных номограмм, ведущих к значительным экономическим эффектам.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 370
Д.К. 621.515:622.691.4

# INHALT

F. POPESCU

**Beiträge zur paläontologischen Untersuchung der Pliozänlagerstätten in der Subkarpatischen Depression und der Moesischen Plattform** 331

I. ANA, GH. IONESCU, T. PITEA

**Einige Aspekte der Verwendung der Bohrflüssigkeiten bei Tiefsonden** 336

P. EFTIMESCU, R. BRĂTIANU, N. PETRE

**Beiträge zur Qualitätsverbesserung des Pumpgestänges im Hinblick auf dessen breitgefächerten Einsatz unter verschiedenen Betriebsbedingungen. II. Schäden am Pumpgestänge und einige Massnahmen zu deren Einschränkung** 341

I. STANCIU

**Wasser-Rohölemulsionen als Newtonsche Fluide. Experimentelle rheologische Untersuchung. II.** 351

I. NICOLAU, V. HĂNCIULESCU, V. BUTUFEI

**Erwägungen in bezug auf einige neue Lösungen des Schutzproblems der Bohrdruckmesser** 360

D. DOBRINESCU

**Einsatz der Kernenergie in den grossen petrochemischen Raffinerien und Kombinaten** 366

M. BĂLAN, I. GEANGĂLĂ,

**Erwägungen in bezug auf die optimalen Betriebsbedingungen der, in Gasfördersystemen seriengeschalteten Turboverichter** 370

F. Popescu: **Beiträge zur paläontologischen Untersuchung der Pliozänlagerstätten in der Subkarpatischen Depression und der Moesischen Plattform**

Der Verfasser unterzog die erste Pliozänfauna, die ausschliesslich aus den Bohrkernen in der Moesischen Plattform und der Subkarpatischen Depression stammt, einer paläontologischen Untersuchung. Aufgrund der charakteristischen Fossilien gelangte man zu einer Schichtung des Pliozäns in Meotian, Pontian, Dazian und Levantin. Die Arbeit ist durch graphische Darstellungen und 5 Lichtbildern von Makrofossilien vervollständigt

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 331
D.K. 551.782.2

P. Eftimescu, R. Brătianu, N. Petre: **Beiträge zur Qualitätsverbesserung des Pumpgestänges im Hinblick auf dessen breitgefächerten Einsatz unter verschiedenen Betriebsbedingungen**
**II. Schäden am Pumpgestänge und einige Massnahmen zu deren Einschränkung**

Die Bruchbildung am Pumpgestänge wird eingehend analysiert und die Ursachen der Schäden an einer grossen Anzahl von Daten erörtert, die nach jeweiligen Aspekten der Bruchbedingungen klassifiziert wurden. Die Verfasser beschreiben die Methoden, durch die solche Schäden eingeschränkt werden können, um die Arbeitsleistung des Pumpgestänges und damit auch deren Betriebsdauer zu erhöhen.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 341
D.K. 622.243.425.

I. Nicolau, V. Hănciulescu, V. Butufei: **Erwägungen in bezug auf einige neue Lösungen des Schutzproblems der Bohrdruckmesser**

Durch eine Systematisierung der vielseitigen Aspekte des Problems eines entsprechenden Schutzes der Druckmesser wird die Bedeutung der Lösungen analysiert, die bei Druckmessungen während des Bohrprozesses angewandt werden. Gleichlaufend werden neuentwickelte Lösungen für zwei Hauptkriterien der Schutzbedingungen dargelegt: Dämpfung der Druckpulsationen und Trennung der Messflüssigkeit von der Arbeitsflüssigkeit. Die Anwendbarkeit der betreffenden Grundlösungen beziehen sich im allgemeinen auf Druckmesser, die unter der Bedingungen pulsatorischer Drücke für Arbeitsflüssigkeiten mit verschiedenen Verunreinigungen eingesetzt werden. Die Baukonzeption der entwickelten Apparatur und die dargelegten Versuchsdaten betreffen ausschliesslich Bohrdruckmesser und deren Betriebsbeschaffenheit. Durch einen Vergleich mit den, auf Weltebene verzeichneten Leistungen, werden die theoretischen, Herstellungs-und Betriebsvorteile hevorgehoben, die zur Zeit in der SR Rumänien, aufgrund der, nach diesen Lösungen gebauten Apparatur erzielt werden.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 360
D.K. 531.787:622.24

D. Dobrinescu: **Einsatz der Kernenergie in den grossen petrochemischen Raffinerien und Kombinaten**

Es wird der Bedarf an Kraftstrom, Dampf und Industriewasser der Kombinate für Verarbeitung und chemische Nutzung des Erdöls und der Erdgase dargelegt. Aufgrund einiger Prinzipschematas werden die Nutzungsmöglichkeiten der Kernenergie in solchen Kombinaten erörtert, im Hinblick auf die gleichlaufende Erzeugung von Kraftstrom, Betriebsdampf und Industriewasser durch Meerwasserentsalzung, sowie von Wärmeenergie für die Durchführung endothermischer chemischer Reaktionen bei hohen Temperaturen. Der Beitrag enthält einige konkrete Daten und Argumente zugunsten dieses Einsatzes.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 366
D.K. 621.039:665.6

M. Bălan, I. Geangălă: **Erwägungen in bezug auf die optimalen Betriebsbedingungen der, in Gasfördersystemen seriengeschalteten Turboverdichter**

Es werden die Kriterien einer optimalen Betriebsbedingung für Turboverdichter festgelegt, die in Serie geschaltet, in einer Zwischenstation für die Gasbeförderung über grosse Entfernungen arbeiten. Im ersten Teil wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, die Turboverdichter in Serie zu schalten, wobei der Vorgang des Zusammenfügens, die gegenwärtig gültige Weise der Korrelation der Betriebsbedingungen einer solchen Station, sowie die optimalen Auslastungskriterien von zwei Aggregaten gleichen Typs beschrieben werden. Aus den dabei gezogenen Schlussfolgerungen kann die Betriebsweise der seriengeschalteten Aggregate und die Vollauslastung der Turboverdichter aufgrund feststehender Nomogramme bestimmt werden. All dies führt zu bedeutenden wirtschaftlichen Vorteilen.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 370
D.K.621.515:622.691.4

# SOMMAIRE


F. POPESCU

**Contributions à l'étude paléontologique des dépôts pliocènes de la Dépression Sous-Carpatique et de la Plate-forme Mésique** 331

I. ANA, GH. IONESCU, T. PITEA

**Certains aspects de l'utilisation des fluides de forage chez les sondes de grande profondeur** 336

P. EFTIMESCU, R. BRĂTIANU, N. PETRE

**Contributions à l'amélioration de la qualité des tiges de pompage en vue d'en diversifier l'utilisation dans différentes conditions d'exploitation. II. Les avaries des tiges de pompage et certaines mesures visant à les réduire** 341

I. STANCIU

**Les émulsions eau — brut en tant que fluides non-newtoniens. Etude rhéologique expérimentale.** 351

I. NICOLAU, V. HĂNCIULESCU, V. BUTUFEI

**Considérations sur certaines solutions nouvelles du problème de la protection des manomètres de forage** 360

D. DOBRINESCU

**L'utilisation de l'énergie nucléaire dans les grandes raffineries et les combinats pétrochimiques** 366

M. BĂLAN I. GEANGĂLĂ.

**Considérations sur le régime optimum d'exploitation des turbocompresseurs couplés en série sur les systèmes de transport des gaz** 370


F. Popescu: **Contributions à l'étude paléontologique des dépôts pliocènes de la Dépression Sous-Carpatique et de la Plate-forme Mésique**


Le présent article constitue une étude paléontologique de la première faune pliocène extraite en exclusivité des carottes des sondes forées dans la Plate-forme Mésique et la Dépression Sous-Carpatique. Sur la base des fossiles caractéristiques, on parvient à établir les horizons du Pliocène, dans le Méotien, le Pontien, le Dacien et le Lévantin.

L'article contient des annexes graphiques et cinq planches photographiques de macrofossiles.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 331
C.D. 551.782.2


P. Eftimescu, R. Brătianu, N. Petre: **Contributions à l'amélioration de la qualité des tiges de pompage en vue d'en diversifier l'utilisation dans différentes conditions d'exploitation .II. Les avaries des tiges de pompage et certaines mesures visant à les réduire**


On fait une ample analyse des ruptures de tiges de pompage, on élucide les causes des avaries sur la base d'un grand nombre de données, classifiées en fonction de chaque aspect de l'avarie et on indique les méthodes par lesquelles on peut réduire ces avaries, afin d'accroître la capacité de travail des tiges de pompage et de prolonger ainsi la durée de fonctionnement de celles-ci.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 341
C.D. 622.243.425


I. Nicolau, V. Hănciulescu, V. Butufei: **Considérations sur certaines solutions nouvelles du problème de la protection des manomètres de forage**


Les auteurs ont systématisé les multiples aspects du problème de la protection des manomètres et analysé la signification des solutions représentatives adoptées pour les mesurages de pression effectués dans le cadre du processus de forage. En même temps, ils présentent les solutions nouvelles, élaborées pour deux objectifs principaux de la protection : l'amortissement des pulsations de pression et la séparation du liquide de mesure du liquide de travail. L'applicabilité des solutions de principe respectives se réfère, en général, aux manomètres utilisés dans des conditions de pressions pulsatoires, pour les liquides de travail contenant différentes impuretés. La conception constructive de l'appareillage réalisé et les données expérimentales présentées portent exclusivement sur les manomètres de forage et leurs particularités d'exploitation.

Par comparaison avec les réalisations actuelles au niveau mondial, on fait ressortir les avantages d'ordre théorique, de fabrication et d'exploitation, qui découlent de l'application de ces solutions aux appareils produits actuellement en République Socialiste de Roumanie.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 360
C.D. 531 787 :622.24


D. Dobrinescu: **L'utilisation de l'énergie nucléaire dans les grandes raffineries et les combinats pétrochimiques**


On présente les besoins en énergie électrique, vapeur et eau industrielle des combinats de transformation et de chimisation du pétrole et des gaz. On discute, sur la base de quelques schémas de principe, les possibilités d'utiliser l'énergie nucléaire dans de tels combinats en vue de la production mixte d'énergie électrique, de vapeur technologique, d'eau industrielle par dessalement de l'eau de mer et d'énergie thermique pour réaliser des réactions endothermiques, à des températures élevées. On présente quelques données concrètes et certains arguments favorables concernant ces utilisations.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 366
C.D. 621.039 :665.5


M. Bălan: I. Geangălă, **Considérations sur le régime optimum d'exploitation des turbocompresseurs couplés en série sur les systèmes de transport des gaz**


L'article établit les critères d'optimisation des régimes fonctionnels des turbocompresseurs travaillant couplés en série, dans le cadre d'une station intermédiaire pour le transport du gaz à de grandes distances. Après avoir discuté la nécessité du couplage en série des turbocompresseurs, on continue par décrire le processus de composition, la manière actuelle de corréler le régime fonctionnel de la station avec les pasamètres de la conduite, ainsi que les critères d'exploitation en régime optimum des deux agrégats du même type. Les conclusions qui se dégagent sont probantes en ce qui concerne l'établissement du régime fonctionnel des agrégats de composition couplés en série et de l'exploitation des turbocompresseurs, sur la base des nomogrammes établis et permet d'aboutir à des effets économiques importants.



Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 6, p. 370
C.D. 621 515 :622,691.4

# Contribuţii la studiul paleontologic al depozitelor pliocene din Depresiunea Subcarpatică şi Platforma Moesică

**Florina Popescu**

Abundenţa faunei pliocene şi pluralitatea problemelor încă neelucidate legate de stratigrafia formaţiunilor pliocene au determinat elaborarea acestui studiu asupra primei faune pliocene extrase în exclusivitate din carotele forajelor industriei de petrol din Depresiunea Subcarpatică şi Platforma Moesică.

Istoricul cercetărilor privind pliocenul din Subcarpaţi începe încă de la sfîrşitul secolului trecut.

Dintre lucrările paleontologice de început menţionăm pe cele ale lui S. Ştefănescu 1896 [18], referitoare la studiul faunei sarmaţiene, ponţiene şi levantine din România, I. Argetoaia 1918 [2], asupra faunei pliocene din Oltenia, iar mai tîrziu W. Wenz 1942 [19], asupra moluştelor pliocene din România. Dintre lucrările mai recente, menţionăm pe cele aparţinînd lui I. Paná 1963 [10, 11], E. Hanganu 1961 [1] şi M. Pauliuc 1960—1965 [13—16].

Macrofauna trecută pe diagrafiile electrice va putea duce la orizontarea stratigrafică a sedimentelor pliocene atît de dezvoltate şi, totodată, la sinonimizarea şi corelarea orizonturilor productive.

Macrofauna descrisă va putea constitui repere sigure şi etaloane paleontologice pentru metodele de microfaună şi microfloră.

Din fauna inventariată pînă în prezent s-au putut determina următoarele forme fosile :

Unio sp.
*Leptanodonta rumana* Wenz
*Pisidium amnicum* (O. F. Müller)
*Dreissena rimestiensis* (Font)
*Congeria panticapaea panticapaea* Andrussow
*Congeria novorossica* Sinzow
*Congeria rumana* Ştefănescu
*Congeria zagrabiensis* (Brusina)
*Phyllicardium planum lunae* (Voiteşti)
*Phyllicardium planum rumanum* Wenz
*Caladacna steindachneri* (Brusina)
*Paradacna abichi* (R. Hoernes)
*Didacna subcarinata subcarinata* (Deshayes)
*Didacna subcarinata luxuriosa* Wenz
*Monodacna* (*Pseudocatillus*) *pseudocatillus* Barbot de Marny
*Prosodacna* (*Stylodacna*) *sturi* Cob.
*Prosodacna* (*Stylodacna*) *heberti* (Cob.)
*Prosodacna* (*Stylodacna*) *rumana* (Font.)
*Dosinia maeotica* Andrussow
*Theodoxus* (*Calvertia*) *stefanescui* (Font.)
*Viviparus moldavicus* Wenz
*Viviparus bifarcinatus bifarcinatus* (Bielz)
*Hydrobia vitrella* Ştefănescu
*Melanopsis* (*Canthidomus*) *soubeirani* Porumbaru
*Valenciennius annulatus* Rousseau
*Helix* sp.

*Descrierea sistematică a faunei*
Cl. *LAMELLIBRANCHIATA*
Ord. *PREHETERODONTA* Douville 1912
Superfam. *UNIONACEA*
Fam. *UNIONIDAE* Fleming
Subfam. *UNIONINAE*
Genul *Unio* Retzius, 1788
*Unio* sp.

Pl. I, fig. 1.

Cochilia de talie medie elipsoidală, de formă triunghiulară alungită, cu marginile de sus şi de jos aproape paralele; umbonele puţin proeminent. Partea internă a cochiliei — sidefoasă.

Pliocen

**Proveniență:**
Fj Drăgăeşti
Subfam. *ANODONTINAE*
Genul *Leptanodonta* Wenz, 1927
*Leptanodonta rumana* Wenz

Pl. I, fig. 2.

1942 *Leptanodonta rumana*: Wenz, W. [19] p. 110, tab. 55, fig. 573—575.

Cochilie subţire, trapezoidală, rotunjită plană, cu umbone mic, abia proeminent; marginea de sus — dreaptă. Pe suprafaţa externă se pot observa striuri mai mult sau mai puţin concentrice.

**Răspîndire**

Foarte caracteristică pentru stratele cu Leptanodonte ale meoticului superior, 4—6 m sub gresia de limită cu Congeria novorossica.

Meoţian superior — stratele cu Leptanodonte

**Proveniența:**
Fj. Grăjdana.
Ord. *HETERODONTA* Neumayer 1883
Fam. *CYRENIDAE* Adams

Genul *Pisidium* C. Pfeiffer, 1821
*Pisidium amnicum* (O. F. Müller)
Pl. I, fig. 3, 4
1896 *Pisidium amnicum*: Ştefănescu, S. [18] p. 81, pl. 7, fig. 40—55.
1932 *Pisidium amnicum*: Jekelius, E. [3] p. 105, p. 22, fig. 26—35.
1942 *Pisidium amnicum*: Wenz [19] p. 111, pl. 56, fig. 581—586.
Cochilia subţire, elipsoidală, cu umbone mic puţin proeminent. În exterior are striuri de creştere.

**Răspîndire:** Dacian superior — levantin superior

**Proveniența:**
Fj. Finta
Fam. *DREISSENIIDAE* Gray
Genul *Dreissena* Beneden 1835.
Pl. I, fig. 5
*Dreissena rimestiensis* (Fontannes)
1896. *Dreissensia rimestiensis*: Ştefănescu S. [18], p. 73, pl. 7, fig. 7—12.
1942 *Dreissena rimestiensis*: Wenz W. [19], p. 119, pl. 61, fig. 633—642.
Cochilia elipsoidală, alungită, cu umbone mic, arcuit. Suprafaţa externă este ornată cu striuri fine de creştere şi altele mai evidente.

**Răspîndire:** Ponţian mediu — Dacian superior

**Proveniența:**
Fj. Cozieni.
Genul *Congeria* Partsch, 1838.
*Congeria panticapaea panticapaea* Andrussow
Pl. I, fig. 6
1942, *Congeria panticapaea panticapaea*: Wenz, W. [19], p. 113, pl. 56, fig. 594—601.
Cochilie relativ mică, cu umbone mic, excentric, prezintă o carenă caracteristică.
Meoţian superior,
Fj. Tîrgovişte.
*Congeria novorossica*, Sinzow
Pl. I, fig. 7
1942 *Congeria novorossica*: Wenz, W. [19], p. 113, pl. 56, fig. 591—593.
Cochilie relativ mică şi destul de subţire, alungită, slab bombată, cu un umbone mic; partea posterioară, rotunjită. În exterior prezintă striuri de creştere. Marginea de sus slab arcuită, marginea de jos dreaptă pînă la slab îndoită.

**Răspîndire:** în stratele cu Leptanodonte. Meoţian superior — ponţian inferior (stratele abichi).

**Proveniența:**
Fj. Cozieni.
*Congeria rumana*, Ştefănescu
Pl. I, fig. 8; Pl. II. fig. 1
1896 *Congeri rumana*: Ştefănescu, S. [18], p. 77, pl. 7, fig. 27—30.
1942 *Congeria rumana*: Wenz, W. [19], p. 115, pl. 58, 59, fig. 611—618.
Cochilia romboidală, plană, cu un umbone mic, de la care pornesc două carene. În exterior — striuri de creştere.

**Răspîndire:** în stratele abichi şi rhomboidea. Ponţian inferior.

**Proveniență:**
Fj. Călineşti
*Cangeria zagrabiensis* (Brusina)
Pl. II, fig. 2
1942 *Congeria zagrabiensis*: Wenz, W. [19], p. 115, pl. 57, fig. 608—610.
Cochilia relativ plană. Marginea anterioară rotundă, marginea posterioară în formă de aripă. Cochilia prezintă striuri de creştere concentrice, umbone obtuz.

**Răspîndire:** în stratele cu abichi
Ponţian inferior

**Proveniență:**
Fj. Cozieni
Superfam. *CARDIACEA*
Fam. *CARDIIDAE* Lamarck
Genul *Phyllicardium* Fischer, P. (1887)
*Phyllicardium planum lunae* (Voiteşti)
Pl. II, fig. 3
1942. *Phyllicardium planum lunae*: Wenz, W. [19], p. 134, tab. 68, fig. 720.
Cochilia mai mare decît la *Phyllicardium planum planum*, rotunjită sau eliptică cu coaste late, plane, pornind de la umbone.

Ponţian
Fj. Lişcoteanca
*Phyllicardium planum rumanum* Wenz
Pl. II, fig. 4
1942 *Phyllicardium planum rumanum*: Wenz, W. [19], p. 134, tab. 68, fig. 721—724.
Cochilia este foarte subţire, elipsoidală. Marginea superioară este aproape dreaptă, marginea anterioară rotunjită. Capătul posterior slab trunchiat.
Ponţianul superior
Fj. Lişcoteanca
Genul *Caladacna* Andrussow
*Caladacna steindachneri* (Brusina)
Pl. II, fig. 5
1918 *Cardium steindachneri*: Ionescu-Argetoaia [2], p. 35, tab. 13, fig. 4.
1942. *Caladacna steindachneri*: Wenz, W. [19], tab. 66, fig. 690—692, tab. 71, fig. 742.
Cochilia elipsoidală, puţin neechilaterală, cu umbone destul de lat, marginea anterioară şi posterioară rotunjite; la exterior prezintă striuri de creştere şi coaste (circa 20) rotunjite, pornind de la umbone, separate prin interspaţii late; aproximativ a treia coastă este mai puternică, solzoasă, cu ţepi scurţi.
**Răspîndire:** apare în bancul cu rumana şi ajunge pînă în Dacianul inferior. A fost descris în cîteva localităţi din stratele ponţiene din Slavonia; se întîlneşte în Oltenia în depo-

zitele marnoase ale orizontului inferior ponţian.

Ponţian inferior — Dacian inferior

Fj. V. Ursului

Genul *Paradacna* Andrussow, 1909

*Paradacna abichi* (R. Hoernes)

Pl. II, fig. 6

1918, *Cardium abichi*: Ionescu-Argetoaia [2], p. 32, tab. 13, fig. 10.

1942. *Paradacna abichi*: Wenz, W. [19], p. 130, pl. 67, fig. 700—701.

Cochilia subţire, elipsoidală, cu umbone slab proeminent; marginea anterioară rotunjită, marginea posterioară oblic retezată. Marginea de jos — convexă. Cochilia prezintă 14 coaste ascuţite, înguste, ce pornesc de la umbone, separate prin spaţii late. Partea posterioară prezintă coaste foarte fine.

**Răspîndire :** În stratele cu abichi şi stratele rhomboidea inferioare. Se întîlneşte în Oltenia şi în Muntenia în orizontul inferior al Ponţianului, în diferite localităţi din judeţele Mehedinţi şi Gorj.

Ponţian inferior

**Proveniență :**

Fj. Ştefăneşti

Genul *Didacna* Eichwald, 1838.

*Didacna subcarinata subcarinata* (Deshayes)

Pl. III, fig. 1—2

1942, *Didacna subcarinata subcarinata*; Wenz, W. [19], p. 131, tab. 67, fig. 702—704.

Cochilia de talie mijlocie, elipsoidală, cu umbone mic, marginea anterioară rotunjită; marginea posterioară trunchiată oblic; pe suprafaţa externă se pot observa aproximativ 30—35 coaste plane, late, pornind de la umbone, separate de interspaţii înguste.

**Răspîndire :** Ponţian — Dacian inferior

**Proveniență :**

Fj. Lişcoteanca

*Didacna subcarinata luxuriosa* Wenz.

Pl. III, fig. 3, 4

1942, *Didacna subcarinata luxuriosa*: Wenz [19], p. 131, tab. 71, fig. 741.

Se deosebeşte de *Didacna subcarinata subcarinata* în primul rînd prin mărimea considerabilă, dimensiunile ajungînd pînă la mai mult de duble. Conturul este mai rotunjit şi puţin inechilateral.

**Răspîndire :** Ponţianul superior — Dacianul inferior

**Proveniență :**

Fj. Călăraşi

Genul *Monodacna* Eichwaldi, 1838.

Subgenul Pseudocatillus Adrussow, 1903.

*Monodacna* (*Pseudocatillus*) *pseudocatillus* Barbot de Marny

1942 *Monodacna pseudocatillus pseudocatillus*: Wenz, W. [19], p. 132, pl. 67, fig. 710.

Cochilie subţire, elipsoidală, destul de plană, umbone puţin proeminent. Coastele pornesc de la umbone destul de aplatizate spre partea anterioară, au tendinţă de slabă inflexiune; interspaţii înguste.

**Răspîndire :**

Ponţian inferior (strate cu abichi)

**Proveniență :**

Fj. Scăioşi

Genul *Prosodacna* Tournoüer, 1882

Psilodon Cobălcescu, 1883

*Prosodacna* (Stylodacna) sturi Cob.

Pl. III, fig. 5

1896 *Prosodacna sturi*: Ştefănescu, S. [18], p. 59 pl. 5, fig. 15—18.

1942 *Prosodacna* (*Stylodacna*) sturi: Wenz, W. [19], p. 125, pl. 64, fig. 672—675.

Cochilia în general robustă, ovoidală, bombată, cu umbone proeminent, răsucit, orientat puternic înainte; capătul anterior scurt şi rotunjit, partea posterioară puţin trunchiată. Prezintă 24 pînă la 28 coaste plane, pornind de la umbone, separate prin intervale plane.

**Răspîndire :** Ponţian.

**Proveniență :** Fj. Măgura

Subgenul *Stylodacna*, Ştefănescu 1896

*Prosodacna* (*Stylodacna*) *heberti* (Cobălcescu)

1896 *Stylodacna heberti*: Ştefănescu S. [18], p. 65, pl. 5, fig. 8—9

1942 *Prosodacna heberti*: Wenz, W. [19], p. 128, pl. 65, 66, fig. 688—689.

Cochilia mare, în formă de inimă, bombată, puţin inechilaterală, cu umbone lat, prosogir; partea anterioară rotunjită, partea posterioară puţin retezată. La exterior prezintă striuri de creştere şi 13—15 coaste complet aplatizate, pornind de la umbone.

**Răspîndire :** în stratele cu rhomboidea, în Ponţianul mediu, Ponţianul superior şi Dacianul inferior.

**Proveniență :** Fj. Scăioşi

Fam. *LIMNOCARDIIDAE* Stoliczka

Genul *Stylodacna* Ştefănescu, 1896.

*Prosodacna* (*Stylodacna*) *rumana* (Fontannes)

Pl. III, fig. 6

1896 *Prosodacna rumana*: Ştefănescu S. [18], p. 61, pl. 6, fig. 1—4

1942 *Prosodacna rumana*: Wenz, W. [19], tab. 64, fig. 680—685.

Cochilie de talie moderată, elipsoidală, bombată, cu umbone pronunţat; partea anterioară scurtă, bombată; partea posterioară puţin retezată; în exterior cu striuri de creştere şi numeroase (15—20) coaste pornind de la umbone, cele anterioare înguste separate prin canale liniforme, cele care urmează spre partea

posterioară devenind mai late, iar cele 2—3 ultime foarte mult lățite.

**Răspîndire :** Dacian (mai ales Dacianul superior)

**Proveniență :** Fj. V. Brăcacea

Superfam. *VENERACEA*
Fam. *VENERIDAE* Gray
Genul *Dosinia* Scopoli, 1777
Dosinia maeotica Andrussow

Pl. III, fig. 7

1942 Dosinia maeotica : Wenz, W. [19] p. 134, pl. 69, 70, fig. 726—736.

Cochilia de talie mică spre medie rotundă. Umbonele puțin proeminent. Marginea inferioară arcuită. Marginea anterioară convexă, marginea posterioară mai ascuțită. La exterior striuri concentrice.

**Răspîndire :** în stratele cu dosinii din Subcarpați.

Meoțian inferior

**Proveniență :** Fj. Oarja

Cl. *GASTEROPODA* Cuvier 1798
Ord. *ARCHAEOGASTROPODA* Thiele 1925 (= *ASPIDOBRANCHIATA* Schweigger 1820, extent. Pelseneer 1893 ; *DIOTOCARDIA* Mörch 1865)
Superfam. *NERITACEA* Rafinesque 1815
Fam. *NERITIDAE*
Subfam. *NERITINAE*
Genul *Theodoxus* Montfort, 1810
Subgen. *Calvertia* Bourguignat, 1880
*Theodoxus* (Calvertia) *stefanescui* (Fontannes)

Pl. IV, fig. 1

1942 *Theodoxus* (Calvertia) *stefanescui* : Wenz, W. [19], p. 29, pl. I, fig. 1—10.

Cochilie relativ subțire, semisferică, cu circa trei ture mici ; tura finală foarte mare. Ornamentația constă din linii neregulat ondulate, de culoare brună.

**Răspîndire :** în stratele cu dosinii, cu Helix, cu Leptanodonte.

Meoțian

**Proveniență :** Fj. Oarja

Ord. *MESOGASTROPODA* Wenz 1938
Superfam. *CYCLOPHORACEA* Gray 1847
Fam. *VIVIPARIDAE*
Genul *Viviparus* Montfort, 1810
*Viviparus moldavicus* Wenz.

Pl. IV, fig. 2, 2a

1942 : *Viviparus moldavicus* Wenz, W. [19], p. 34, tab. 4, fig. 52—54.

Cochilie elipsoidală conică, cu apex trunchiat, cu ture ce cresc rapid, separate prin suturi de adîncime moderată și slab întrerupte, netede, primele boltite, ultimele două aplatizate ; deschiderea egală cu jumătatea înălțimii cochiliei, oblică, elipsoidală, sus în unghi.

**Răspîndire :** Meoțian superior — inclusiv stratele cu Leptanodonte.

**Proveniență :** Fj. Oprișenești

*Viviparus bifarcinatus bifarcinatus* (Bielz)

Pl. IV, fig. 3

1875 *Vivipara bifarcinata* : M. Neumayer și C. M. Paul [8], p. 54, pl. IV, fig. 10—12.
1896 *Vivipara* (Tylotoma) *bifarcinata* : Ștefănescu, S. [18], p. 95, pl. IX, fig. 8—11.
1942 *Viviparus bifarcinatus bifarcinatus* : Wenz W. [19], p. 37, pl. VIII, fig. 88—94.

Cochilia de talie medie, relativ netedă, conică, formată din 5—6 ture separate printr-o sutură puțin profundă. Pe ultima tură o zonă depresionară liniară, ce separa înainte o carenă în formă de burlet. Suprafața — ornată de striuri de creștere și coaste longitudinale. Se deosebește de *Vivipara* (*Tylotoma*) *woodwardi Brusina*, din care derivă, prin depresiunea liniară din regiunea mediană a ultimei spire.

**Răspîndire :** Dacian superior — Levatin inferior

**Proveniență :** Fj. Oprișenești

Superfam. *RISSOACEA* Adams & Adams 1854
Fam. *HYDROBIIDAE*
Genul *Hydrobia* Hartmann, 1821
*Hydrobia vitrella*, Ștefănescu

Pl. IV, fig. 4

1896 *Hydrobia vitrella* : Ștefănescu, S. [18], p. 139, pl. II, fig. 77—86.
1942 *Hydrobia vitrella* : Wenz, W. [19], p. 44, pl. 12, fig. 143—152.

Cochilia alungită, conică ; 5—6 ture bombate, lucioase, netede. Tura finală ceva mai mare decît jumătatea înălțimii cochiliei. Marginea aparaturii continuă. Apertura elipsoidală. Tura finală puțin bombată.

**Răspîndire :** în stratele cu dosinii și stratele cu Leptanodonte.

Meoțian

**Proveniența :** Fj. Drăgășești

Superfam. *LOXONEMATACEA* Koken 1889
Fam. *MELANOPSIDAE*
Subfam. *MELANOPSINAE*
Genul *Melanopsis* Férussac, 1807
Subgenul *Canthidomus* Swainson, 1840
*Melanopsis* (*Canthidomus*) *soubeirani* Porumbaru

Pl. V, fig. 1

1896 *Melanopsis* (*Canthidomus*) *soubeirani* : Ștefănescu, S. [18], p. 133, pl. XI, fig. 47—50
1942 *Melanopsis* (*Canthidomus*) *soubeirani* : Wenz, W. [19], p. 63, pl. 23, fig. 345—348.

Cochilia fusiformă, 8—9 ture slab bombate, cu coaste axiale puternice, arcuite, rotunjite ; tura finală aproximativ egală cu 2/3 din înălțimea cochiliei, apertura elipsoidală. Prin caracterele morfologice ale cochiliei, specia descrisă se poate distinge ușor de celelalte specii (Melanopsis hastata și Melanopsis costata).

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 3a

Fig. 4

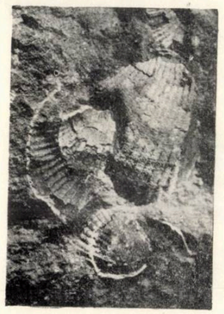


Fig. 5

Fig. 6

Fg. 1 — 2. *Didacna subcarinata subcarinata* (D e s h a y e s) $\left(x\frac{2}{1}\right)$ $\left(x\frac{2}{1}\right)$ Ponţian — Dacian inferior. Fj. Lişcoteanca Fig. 3 — 3a. *Didacna subcarinata luxuriosa* W e n z $\left(x\frac{2}{1}\right)$ $\left(x\frac{2}{1}\right)$. Ponţianul superior — Dacianul inferior. Fj. Călăraşi. Fig. 4. *Prosodacna* (*Stylodaena*) *sturi Cob.* $\left(x\frac{1}{1}\right)$ Ponţian. Fj. Măgura. Fig. 5. *Prosodacna* (*Stylodaena*) *rumana* (F o n t a n n e s) $\left(x\frac{3}{1}\right)$ Dacian. Fj.V. Brăcacea. Fig. 6. *Dosinia maeotica* A n d r u s s o w $\left(x\frac{2}{1}\right)$ Meoţian inferior. Fj. Oarja.



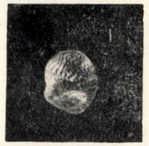


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 2a

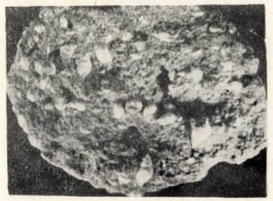


Fig. 4

Fig. 1. *Theodoxus* (*Calvertia*) *stefanescui* (F o n t a n n e s) $\left(x\frac{2}{1}\right)$ Meoţian. Fj. Oarja. Fig. 2—2a. *Viviparus moldavicus* W e n z $\left(x\frac{3}{1}\right)$ $\left(x\frac{4}{1}\right)$. Meoţian superior. Fj. Oprişeneşti. Fig. 3. *Viviparus bifarcinatus bifarcinatus* (B i e l z) $\left(x\frac{1}{1}\right)$ Dacian superior — Levantin inferior. Fj. Oprişeneşti. Fig. 4. *Hydrobia vitrella* Ş t e f ă n e s c u $\left(x\frac{3}{1}\right)$. Meoţian Fj. Drăgăeşti.

Fig. 1

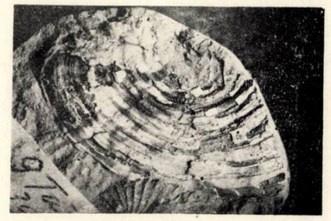


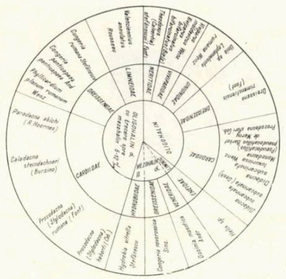
Fig. 2

Fig. 3

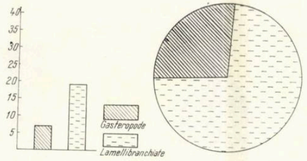
Fig. 4

Fig. 5

Fig. 1. *Melanopsis* (*Canthidomus*) *soubeirani Porumbaru* $\left(x\frac{3}{1}\right)$ Levantin inferior — Levantin superior? Fj. Finta. Fig. 2—3. *Valenciennius annulatus* R o u s s e a u. $\left(x\frac{3}{1}\right)$ $\left(x\frac{1}{1}\right)$. Ponţian. Fj. Tătaru. Fig. 4—5 *Helix sp.* $\left(x\frac{2}{1}\right)$ $\left(x\frac{2}{1}\right)$. Pliocen. Fj. Grăjdana.



Anexa 1. Repartizarea faunei meoţiene şi ponţiene după salinitate.




Anexa 3. Tabel de răspîndire procentuală a faunei pliocene

| Nr. crt. | Răspîndire / Numele speciei | Răspîndirea stratigrafică: Meoţian | Ponţian | Dacian | Levantin | Răspîndirea geografică |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | LAMELLIBRANCHIATE | | | | | |
| 1. | *Unio sp.* | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică, Platforma Moldovenească, Dobrogea de S. |
| 2. | *Leptanodonta rumana* Wenz | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică |
| 3. | *Pisidium amnicum* (O. F. Müller) | | | | | Platforma Moesică |
| 4. | *Dreissena rimestiensis* (Font.) | | | | | Subcarpaţi |
| 5. | *Congeria panticapaea panticapaea* ANDR. | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică |
| 6. | *Congeria novorossica* Sinzow | | | | | Subcarpaţi |
| 7. | *Congeria rumana* Ştefănescu | | | | | Subcarpaţi |
| 8. | *Congeria zagrebiensis* (Brusina) | | | | | Subcarpaţi |
| 9. | *Phyllicardium planum lunae* (Voiteşti) | | | | | Subcarpaţi |
| 10. | *Phyllicardium planum rumanum* Wenz | | | | | Subcarpaţi |
| 11. | *Caladacna steindachneri* (Brusina) | | | | | Subcarpaţi |
| 12. | *Paradacna abichi* (R. Hoernes) | | | | | Depres. Transilvaniei, Subcarpaţi, Platforma Moesică, Dobrogea de S. |
| 13. | *Didacna subcarinata subcarinata* (Deshays) | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică |
| 14. | *Didacna subcarinata luxuriosa* Wenz | | | | | Subcarpaţi |
| 15. | *Monodacna* (*Pseudocatillus*) *pseudocatillus* Barbot de Marny | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică |
| 16. | *Prosodacna* (*Stylodacna*) *sturi* Cob. | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică, Platforma Moldovenească, Dobrogea de S. |
| 17. | *Prosodacna* (*Stylodacna*) *heberti* (Cob.) | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică, Dobrogea de S. |
| 18. | *Prosodacna* (*Stylodacna*) *rumana* (Font.) | | | | | Subcarpaţi |
| 19. | *Dosinia maeotica* Andrussow | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică |
| | GASTEROPODE | | | | | |
| 1. | *Theodoxus* (*Calvertia*) *stefănescui* (Font.) | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică |
| 2. | *Viviparus moldavicus* Wenz. | | | | | Subcarpaţi |
| 3. | *Viviparus bifarcinatus bifarcinatus* (Bielz) | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moldovenească |
| 4. | *Hydrobia vitrella Stefănescu* | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moesică |
| 5. | *Melanopsis* (*Canthidomus*) *soubeirani Porumbaru* | | | | | Platforma Moesică |
| 6. | *Valenciennius annulatus* Rousseau | | | | | Depresiunea Transilvaniei, Subcarpaţi, Platforma Moesică |
| 7. | *Helix sp.* | | | | | Subcarpaţi, Platforma Moldovenească, Dobrogea de S. |

Frecvenţă: 5 10 15 20 25 30 35 40 45

Anexa 2. Tabel de răspîndire geografică şi stratigrafică a faunei pliocene.

PLANŞA I

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

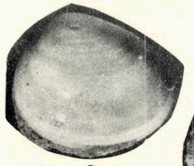


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

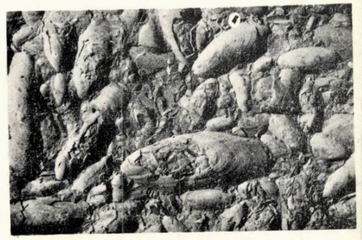


Fig. 7

Fig. 8

Fig. 1. Unio sp. (x 2/1). Pliocen. Fj. Drăgăeşti. Fig. 2. *Leptanodonta rumana* Wenz (x 1/1). Meoţian superior. Fj. Grăjdana. Fig. 3 — 4. *Pisidium amnicum* (O. F. Müller) (x 2/1) (x 4/1). Dacian superior—Levantin superior. Fj. Finta. Fig. 5. *Dreissena rimestiensis* (Fontannes) (x 1/1). Ponţian mediu — Dacian superior. Fj. Cozieni. Fig. 6. *Congeria panticapaea panticapaea* Andrussow (x 3/1). Meoţian superior. Fj. Tirgovişte. Fig. 7. *Congeria novorossica* Sinzow (x 3/1) Meoţian superior— Ponţian inferior. Fj. Cozieni. Fig. 8. *Congeria rumana* Ştefănescu (x 1/1) Ponţian inferior. Fj. Călineşti.

PLANŞA II

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

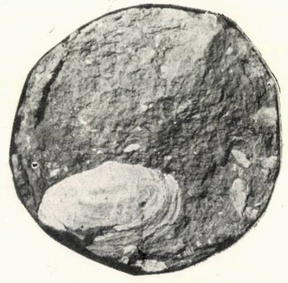


Fig. 4

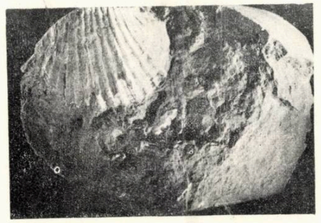


Fig. 5

Fig. 6

Fig. 1. *Congeria rumana* Ştefănescu (x 2/1). Ponţian inferior. Fj. Călineşti. Fig. 2. *Congeria zagrabiensis* (Brusina) (x 1/1). Ponţian inferior. Fj. Cozieni. Fig. 3. *Phylliciardium planum lunae* (Voiteşti) (x 1/1) Ponţian. Fj. Lişcoteanca. Fig. 4. *Phylliciardium planum rumanum* Wenz (x 1/1). Ponţian superior. Fj. Lişcoteanca. Fig. 5. *Caladacna steindachneri* (Brusina) (x 1/1). Ponţian inferior — Dacian inferior. Fj. V. Ursului. Fig. 6. *Paradacna abichi* (R. Hoernes) (x 1/3) Ponţian inferior. Fj. Ştefăneşti.

**Răspîndire :** Levantin inferior — Levantin superior (?)

**Proveniența :** Fj. Finta

Ord. *BASOMMATOPHORA* A. Schmidt 1855
Superfam. *LYMNAEACEA*
Fam. *LYMNAEIDAE*
Subfam. *LYMNAEINAE*
Genul *Valenciennius* Rousseau, 1842
*Valenciennius annulatus* Rousseau

Pl. V, fig. 2,3

1896 *Valenciennesia annulata* : Ştefănescu, S. [18], p. 104, pl. IX, fig. 34—35.
1918 *Valenciennesia annulata* : Ionescu-Argetoaia [2], p. 42, T 14, fig. 1—2.
1942 *Valenciennius annulatus* : Wenz, W. [19], p. 68, pl. 24, 25, fig. 381—383, pl. 71, fig. 743.
1961 *Valenciennesia annulata* : Hanganu, E, [1], p. 645, pl. 1, fig. 7.

Cochilia de talie medie, aplatizată, conservată sub formă de mulaj, cu contur caracteristic eliptic : cu coaste concentrice terminate printr-un vîrf ascuțit.

**Răspîndire :** frecvent în stratele cu abichi și rar în stratele cu rhomboidea. Se întîlnește în marnele ponțiene din orizontul inferior și, ceva mai rar, în orizontul superior.

Ponțian inferior — superior

**Proveniență :** Fj. Tătaru

Ord. *STYLOMMATOPHORA* A. Schmidt 1855
Superfam. *HELICACEA*
Fam. *HELICIDAE*
Subfam. *HELICELLINAE*
Genul *Helix* Linné, 1758
*Helix* sp.

Pl. 5, fig. 4—5

Cochilie de talie medie, cu înrulare helicidă, deformată cu spiră convexă cu cinci ture puțin bombate.

**Răspîndire :** Pliocen

**Proveniență:** Fj. Grăjdana:

## CONCLUZII

În urma analizei macrofaunei pliocene inventariate în lucrarea prezentată s-au putut identifica următoarele etaje : Meoțianul, dovedit prin stratele cu Dosinii și Leptanodonte, avînd limita bancul cu Congeria novorossica, Ponțianul, dovedit prin speciile de : Didacna subcarinata subcarinata, Phyllicardium planum etc. ; Dacianul reprezentat prin gresii cu Prosodacna (Stylodacna ) heberti, Levantinul reprezentat prin gresii cu Pisidium amnicum și Melanopsis (Canthidomus) soubeirani.

Nu s-au întîlnit specii endemice, paralelizările paleontologice pot fi făcute cu bazinul ponto-caspic, apoi cu cel panonic.

În repartiția procentuală a moluștelor descrise, rolul predominant aparține Lamellibranchiatelor (anexa 3).

Schema de clasificare a apelor în repartizarea faunei după salinitate (anexa 1) a fost întrebuințată după Remane A.

## BIBLIOGRAFIE


1. Hanganu, E. Specii ale genului Valenciennesia întîlnite în pliocenul dintre V. Teleajenului și V. Prahovei. Studii și cercetări de geologie **4**, 1961, VI, p. 639—653.
2. Ionescu-Argetoaia, I. P. Contribuții la studiul faunei molusce pliocene din Oltenia. Anuarul Inst. Geolog. Român, **8**, 1918, p. 32—42.
3. Jekelius, E. Fauna neogenă a României. Memoriile Institutului Geologic al României, **II**, 1932, p. 105.
4. Macarovici, N. Observații stratigrafice pe structura Berca-Arbănași (cu privire asupra limitelor Dacianului). Studii și cercetări de geologie **3**, 1961, VI, p. 387—405.
5. Motaș, I. C. Prosodacna (Prosodacna) longiuscula Gilletae ssp. nov. în Dacianul din România. Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie. Seria geologie 2, **16**, 1971, p. 525—531.
6. Müller, A. H. Lehrbuch der Paläozoologie Invertebraten. Veb Gustav Fischer Verlag, Jena, 1965.
7. Mutiu, R. și Culda, V. Contribuții la studiul paleontologic al depozitelor terțiare din partea de est a depresiunii panonice. Petrol și gaze, **23**, nr. 1, 1972.
8. Neumayer, M. și Paul, C. M. Die Congerien und Paludinenschichten slavoniens und deren faunen. Ein beitrag zür descendez — theorie. Wien, 1875.
9. Oncescu, N. Geologia R.P.R. Ed. tehnică, București, 1957.
10. Pană, I. Otolite pliocene din regiunea de curbură a Carpaților. Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie. Seria geologie **10**, 1965, nr. 1, p. 3—23.
11. Pană, I. Contribuții la studiul paleoecologic al faunei meoțiene și ponțiene (reg. Buzău). Studii și cercetări de geologie, **VIII**, nr. 1, 1963, p. 35—45. Acad. R.P.R.
12. Papaianopol, I. O nouă specie de Prosodacna în Dacianul superior din estul Munteniei. Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie 2, **16**, nr. 2, 1971, p. 541.
13. Pauliuc, M. Date noi cu privire la fauna pliocenă din sud-vestul depresiunii, Soimari. Analele Univ. Buc. Seria Științele Naturii, Geologie-Geografie, anul XIII, 1964, nr. 2.
14. Pauliuc, M. Sarmațianul și Meoțianul de la Coada Malului. Analele Univ. „C. I. Parhon". Seria Științelor Naturii, Geologie-Geografie, nr. 23 1960,.
15. Pauliuc, M. Asupra Meoțianului din regiunea cuprinsă între V. Teleajenului și V. Lopatnei. Analele Univ. Buc. Seria Științele Naturii, Geologie-Geografie, 1963, p. 36.
16. Pauliuc, M. Importanța stratigrafică a unor moluște de talie mică din ponțianul Chiuvetei Soimari. Analele Univ. Buc. Seria Științele Naturii, Geologie-Geografie, 1965.
17. Piveteau, J. Traité de Paléontologie. Masson et Cie Editeurs 120, Paris, 1952.
18. Ştefănescu, S. Contribution a l'étude des faunes sarmatique, pontique et levantine. Mémoires nr. 15. Etudes sur les terrains tertiaires de Roumanie, Paris, 1896.
19. Wenz, W. Die Mollusken des Pliozäns der rumänischen Erdöl-Gebiete. Frankfurt, 1942.

# UNELE ASPECTE ÎN LEGĂTURĂ CU UTILIZAREA FLUIDELOR DE FORAJ LA SONDELE DE MARE ADÎNCIME. II

I. Ana, Gh. Ionescu şi T. Pitea

### 3. Fluidul de foraj ca parametru al optimizării procesului de săpare

O dată asigurată stabilitatea pereţilor sondei, tipul de fluid de foraj cu care s-a realizat acest lucru este luat în discuţie ca parametru al optimizării procesului de săpare; prin aceasta se urmăreşte ca proprietăţile fluidului respectiv să asigure realizarea unor coeficienţi de forabilitate superiori. Dacă nu există probleme în legătură cu stabilitatea, este indicat să se ia în discuţie tipurile de fluide avute la dispoziţie, pentru a face o selecţie a lor din punctul de vedere al forabilităţii.

În cele ce urmează se vor prezenta mecanismul prin care fluidul de foraj influenţează procesul de săpare, precum şi unele aspecte cu privire la relaţia dintre forabilitate şi proprietăţile fluidelor de foraj

#### 3.1. *Mecanismul prin care fluidul de foraj influenţează procesul de săpare*

Pentru a scoate în evidenţă mecanismul prin care fluidul de foraj influenţează procesul de săpare este necesar să se analizeze procesul macroscopic de dislocare elementară a rocilor.

Să presupunem că forţa $F$, care acţionează asupra fiecărui element activ al unei sape, variază, în valoare absolută, de la $0$ la o valoare maximă $F_m$. Se constată că sub elementul activ se formează un volum de rocă fin dezintegrată (fig. 4*a*), iar, dacă forţa respectivă va continua să crească, acest volum este com-

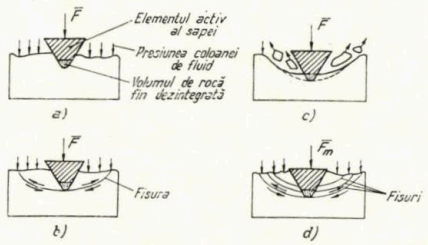



Fig. 4. Mecanismul de dislocare a rocilor (după Maurer [17].

primat şi dezvoltă un efort de forfecare $\tau$, care, atunci cînd atinge rezistenţa de forfecare a rocii produce o fisură ce se dezvoltă pînă la suprafaţa tălpii (fig. 4*b*). Dar presiunea exercitată de coloana de fluid din sondă (evident, direct proporţională cu densitatea fluidului) dă naştere unei forţe ce tinde să reintegreze cele două părţi. Ca urmare a acţiunii acesteia se naşte o forţă de frecare $F_f$, care se opune atît forţei de forfecare, cît şi forţelor active datorate acţiunii curentului transversal [18, 19]; de notat că valoarea absolută a acestei forţe depinde şi de presiunea fluidului din zona de fisurare. Fluidul curge spre această zonă din sondă şi din mediul poros — dacă roca este permeabilă — sau numai din sondă — în caz contrar.

Din acest moment dislocarea poate evolua în două moduri, după cum se realizează echilibrul forţelor care acţionează asupra particulelor:

— dacă forţa de forfecare este mult superioară forţei de frecare (lucru posibil la mică adîncime, fluide cu densitatea mică şi filtrarea dinamică*, în primele fracţiuni de secundă, ridicată), volumul dislocat este expulzat din talpă şi interacţiunea reîncepe atît timp cît se menţine forţa respectivă pe elementul activ (fig. 4*c*);

— dacă forţa de frecare este foarte mare (situaţie specifică adîncimilor ceva mai mari, lucrului cu fluide cu densitate mare şi filtraţie dinamică, în primele fracţiuni de secundă, redusă), volumul dislocat rămîne la locul de formare şi, dacă forţa ce acţionează asupra elementului activ creşte, apar noi suprafeţe de fisurare (fig. 4*d*). Evident, este vorba de interacţiunea din domeniul fragil şi, respectiv, din domeniul pseudoplastic [17].

Dintre concluziile la care s-a ajuns privind studiul procesului de dislocare, în legătură cu relaţia forabilitate — fluid de foraj, interesează următoarele:

— la interacţiunea în domeniul pseudoplastic, prima fisură apare şi se dezvoltă la o sarcină mai mare decît în cazul interacţiunii casante;

— independent de presiunea litostatică, volumul de rocă dislocată scade cu creşterea presiunii hidrostatice şi a presiunii diferenţiale, însă această scădere este importantă numai pînă la o anumită presiune (fig. 5).

În afară de aceste aspecte legate de dislocare, fluidul de foraj influenţează hotărîtor şi procesul de îndepărtare a detritusului de la nivelul tălpii. Astfel, dacă particulele de detritus sînt „extrase" din talpă în timpul interacţiunii şi curentul transversal este destul de puternic,

* Filtrarea dinamică determinată în condiţiile curgerii de la talpă; presiuni şi temperaturi ridicate şi reopante mari.

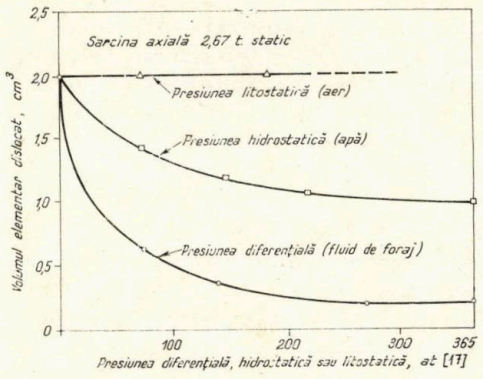



Fig. 5

ele pot ajunge în afara acțiunii următoarelor elemente active și este evitată o interacțiune elemente active — detritus; în caz contrar, totul depinde de mărimea rezultantei forțelor datorate curentului transversal, mărime care este funcție de regimul de curgere, viteza fluidului, densitatea acestuia, forma și mărimea particulelor de detritus [20].

Rezultă că procesul de săpare este influențat de fluidul de foraj prin intermediul următoarelor proprietăți:

— densitate;

— filtrație dinamică, în primele fracțiuni de secundă, în condițiile curgerii de la talpa sondei;

— viscozitate cinematică determinată pentru valori ale reopantei specifice curgerii în curentul transversal.

### 3.2. *Asupra relației dintre proprietățile fluidelor de foraj și forabilitatea rocilor*

Din analiza mecanismului prin care fluidul de foraj influențează procesul de săpare rezultă că prima proprietate enunțată anterior — *densitatea* — are o dublă acțiune asupra forabilității rocilor. Astfel, creșterea ei, pentru o adîncime dată, duce la mărirea forței datorată presiunii coloanei de fluid din sondă și, prin aceasta, așa cum s-a mai arătat, la micșorarea volumului particulelor de detritus și la înrăutățirea condițiilor de evacuare a detritusului din zona tălpii. De notat că, din acest punct de vedere, ar trebui să se folosească fluide cît mai ușoare.

Cel de-al doilea efect este direct și favorabil: creșterea densității atrage după sine mărirea energiei curentului de fluid de la talpă, deci ameliorează eficacitatea îndepărtării detritusului. Analiza comparativă a celor două acțiuni arată că cea de-a doua este neglijabilă.

Stabilirea densității optime a fluidului de foraj din punctul de vedere al forabilității trebuie făcută pe baza estimării presiunilor din pori și a gradienților de fisurare a rocilor [21]; acest mod de lucru evită și tragerea unor concluzii pripite asupra tăriei rocilor, atunci cînd densitatea este micșorată foarte puțin și nu se obține o ridicare importantă a vitezei de avansare (rezultat explicabil dacă se au în vedere cele expuse la 3.1).

Folosind acest mod de stabilire a densității optime a fluidului de foraj, în R.S.R. a fost săpată o sondă la care s-au obținut între 1 082 și 1 585 m coeficienții de forabilitate prezentați în tabela 1. Datorită unor dificultăți tehnice, sonda a fost resăpată pe această porțiune, însă s-a trecut de la fluidul cu densitatea de aproximativ 1,25 kgf/dm³ la un fluid cu densitatea de 1,6—1,7 kgf/dm³, celelalte proprietăți *nediferind* în mod semnificativ. Se constată că, abordînd problema forabilității, așa cum este pusă de Galle și Woods, trecerea de la primul fluid la cel de-al doilea a atras după sine o micșorare semnificativă a coeficientului de forabiliate.

*Filtrația dinamică în condițiile curgerii de la talpa sondei influențează* forabilitatea rocilor prin acțiunea directă pe care o are asupra presiunii fluidului din zona de fisurare și, prin aceasta, asupra presiunii diferențiale reale. Deși mecanismul acestui gen de filtrare este foarte complicat [22—25], este cert că tipul de fluid de foraj ales din motive de stabilitate a pereților va conduce la realizarea unei viteze de foraj cu atît mai mari, cu cît viteza sa de filtrare în zona de dislocare va fi mai mare. Dacă nu s-au pus probleme în legătură cu stabilitatea pereților, atunci este indicat să se folosească un fluid cu o concentrație mică de

TABELA 1

**Coeficienții de forabilitate obținuți la o sondă din R.S.R. folosind un fluid cu densitate optimă și un fluid cu densitate mai mare (la resăpare)**

| Intervalul | | Sonda săpată cu un fluid cu densitate optimă | | Aceeași sondă resăpată utilizînd un fluid cu densitate mai mare | |
|---|---|---|---|---|---|
| de la, m | la, m | densitatea, kg/dm³ | coeficientul de forabilitate $c_f$, dim | densitatea, kg/dm³ | coeficientul de forabilitate, $c_f$, dim |
| 1 082 | 1 355 | 1,25 | 0,0246±0,0025 | 1,7 | 0,0133±0,0010 |
| 1 417 | 1 585 | 1,25 | 0,0183±0,0033 | 1,6 | 0,0130±0,0020 |

particule solide, care au dimensiuni incompatibile cu o blocare rapidă a porilor și un coeficient de viscozitate intrinsecă la limita de asigurare a suportului coloidal corespunzător. Literatura de specialitate [25] arată că pe această bază s-a elaborat un tip de fluid emulsie inversă, cu care, săpîndu-se zece sonde cu adîncime de peste 4 000 m, s-au realizat viteze de avansare comparabile cu cele obținute la forajul cu apă.

De mult timp a fost pus în evidență efectul viscozității fluidului de foraj asupra forabilității rocii; studiile mai recente [20] precizează că *coeficientul de viscozitate cinematică* trebuie determinat la valori de reopantă specifice curgerii de la talpă ($10^2 s^{-2}$) și la presiunile și temperaturile la care are loc procesul de dislocare; în aceste condiții, coeficientul de viscozitate cinematică trebuie să aibă valori care să permită trecerea cît mai rapidă la curgerea turbulentă și să asigure un factor adimensional $\left(k \cdot \frac{Q}{d\nu}\right)$ relativ mare. Deși încă nu se știe de ce intervine variația vitezei de foraj cu acest factor adimensional în forma prezentată de Eckel, se fac încercări de folosire practică a acestui rezultat: fluide cu solide puține, formularea unor criterii cantitative de apreciere a procesului de curățire a tălpii etc.

## 4. Asigurarea stabilității termice a fluidelor de foraj

Creșterea continuă a adîncimii sondelor de țiței și gaze este însoțită de creșterea temperaturii și a presiunii; de aici și necesitatea obținerii de fluide de foraj cu stabilitate termică ridicată în noile condiții, corespunzătoare din punctul de vedere al argilelor traversate și al forabilității, cum s-a menționat anterior.

Fluidele de foraj pe bază de apă, utilizate în mod curent în procesul de foraj, conțin aditivi organici și anorganici care, fie se descompun, fie modifică proprietățile reologico-coloidale ale fluidului la temperaturi și presiuni ridicate. Astfel, s-a stabilit că fluidul pe bază de var prezintă la temperaturi mai mari de 130°C viscozități ridicate, ca urmare a unui început de formare a constituenților de tipul „cimentului".

Condiționarea fluidelor de foraj pe bază de apă cu compuși de tipul lignosulfonaților a mărit în mod considerabil stabilitatea termică a fluidelor. S-a stabilit, totuși, că, peste temperatura de 150°C, derivații lignosulfonici își micșorează capacitatea de dispersie și de reducere a filtrării. Studiile efectuate de Skelly și Kyellstrand [26] au arătat că degradarea termică a lignosulfonaților este însoțită de degajarea bioxidului de carbon și a hidrogenului sulfurat.

Tratarea fluidelor de foraj, ce conțin derivați lignosulfonici, cu cromați sau bicromați de sodiu sau potasiu, determină o creștere marcantă a stabilității termice a fluidului de foraj, explicată prin îmbunătățirea caracteristicilor lignosulfonaților. De asemenea, tratamentul cu cromați sau bicromați intensifică și acțiunea celorlalți fluidizanți organici existenți în compoziția fluidului de foraj.

Condiționarea fluidelor de foraj cu cromați sau bicromați duce la creșterea stabilității fluidului pînă la temperatura de 175°C. Peste această temperatură eficiența cromaților și bicromaților se reduce în mod considerabil.

Sînt cunoscute, de asemenea, schimbările substanțiale ce se produc în proprietățile fluidului de foraj, la temperaturi și presiuni ridicate, ca urmare a contaminării cu electroliți [26–28].

Toate aceste condiții extreme întîlnite în forajul sondelor de mare adîncime impun elaborarea de fluide de foraj cu stabilitate termică cît mai ridicată. (Se estimează că în sondele de mare adîncime se vor întîlni temperaturi mai mari de 200°C).

### 4.1. *Fluide de foraj termostabile, realizate în R.S.R.*

Extinderea forajului de mare adîncime în R.S.R. a necesitat lărgirea continuă a cercetărilor în domeniul obținerii de fluide de foraj cu stabilitate termică ridicată. În acest sens au fost elaborate 29 de noi tipuri de fluide de foraj și formulate metodologiile de condiționare corespunzătoare. Astfel, în domeniul fluidelor de *foraj nesaline*, cercetările au permis obținerea următoarelor tipuri de fluide:

1. Fluid de foraj pe bază de apă, tratat cu gips, ferocromlignosulfonat, hidroxid de sodiu și un reducător de filtrare de tipul: CMC, rășini lignosulfonice, poliacrilamidă, poliacrilonitrili etc. Acest fluid este rezistent la acțiunea contaminanților (NaCl, $CaCl_2$, argile, țiței etc.) pînă la temperatura de 150°C și poate fi îngreuiat pînă la valoarea de 2,30 kgf/dm³.

2. Fluid de foraj pe bază de apă, tratat cu hidroxid de bariu, fluidizanți și reducători de filtrare. Acest tip de fluid a fost realizat în scopul eliminării anumitor deficiențe semnalate la fluidul de foraj pe bază de var (producerea constituenților de tipul cimentului).

3. Fluid de foraj pe bază de apă, complex, condiționat cu cromați și bicromați alcalini (cromat de sodiu, bicromat de sodiu sau potasiu).

4. Fluid de foraj pe bază de apă, tratat cu agenți activi de suprafață. Studiile de laborator, confirmate de experimentele de șantier[30], au stabilit că utilizarea substanțelor tensioactive neionice conduce la obținerea de fluide de foraj stabile la temperaturi mai mari de 175°C. În tabela 2 se prezintă influența sub-

TABELA 2

**Evaluarea fluidelor de foraj cu stabilitate termică ridicată**

TIPUL FLUIDULUI

| I. Fluid de foraj pe bază de apă, complex | II. Fluid de foraj tratat cu substanță tensioactivă |
|---|---|
| Suspensie de bentonită<br>Ferocromlignosulfonat<br>Reactiv de lignit<br>CMC<br>Hidroxid de sodiu<br>Motorină | Suspensie de bentonită<br>Ferocromlignosulfonat<br>Reactiv de lignit<br>CMC<br>Hidroxid de sodiu<br>Motorină<br>Agent activ de suprafață tip AAS — 9 1,0% |

CARACTERISTICILE FLUIDULUI

| Condiții de maturizare;<br>— temperatura : 175°C<br>— timp de 24 ore<br>— dinamic (cuptoare rotative) | Fluid I | | Fluid II | |
|---|---|---|---|---|
| | înainte de maturizare | după maturizare | înainte de maturizare | după maturizare |
| greutatea specifică, kgf/dm³ | 2,05 | 2,05 | 2,05 | 2,05 |
| viscozitatea aparentă, cP | 144 | 264 | 140 | 136 |
| gelația inițială, dyne/cm² | 8 | 19 | 8 | 9 |
| gelația la 10 min, dyne/cm² | 28 | 180 | 26 | 40 |
| viscozitatea plastică, cP | 108 | 180 | 104 | 100 |
| limita de curgere, dyne/cm² | 80 | 140 | 68 | 66 |
| filtrarea API, cm² | 2,5 | 10 | 2,5 | 4,0 |
| *p*H | 11 | 9,5 | 10,0 | 9,5 |
| tensiunea superficială a filtratului, dyne/cm² | 59 | 69 | 48 | 50 |

stanței tensioactive neionice tip AAS9 asupra caracteristicilor reologico-coloidale ale unui fluid de foraj pe bază de apă, în condiții dinamice, la temperaturi ridicate.

În domeniul *fluidelor mineralizate*, s-au obținut următoarele tipuri de fluide :

1. Fluid de foraj pe bază de apă, saturat în clorură de sodiu și tratat cu bicromat de sodiu, lignosan și CMC.
2. Fluid de foraj pe bază de apă, saturat în clorură de sodiu și tratat cu poliacrilamidă.
3. Fluid slab mineralizat, tratat cu lignosulfonat de cupru, reactiv de lignit și CMC.

În domeniul fluidelor pe bază de produse petroliere s-au examinat posibilitățile de obținere și de experimentare a fluidelor de foraj tip emulsii inverse.

## 5. Tendințe privind valorificarea practică a rezultatelor cercetărilor

În ceea ce privește valorificarea practică a rezultatelor cercetărilor există două direcții mai importante :

— elaborarea de noi tipuri de fluide de foraj ;

— selecționarea, dintre tipurile existente de fluide, a celui care asigură eficiența cea mai mare pentru o situație dată.

Ambele direcții au în vedere necesitatea ca pentru condițiile de presiune și de temperatură caracteristice formațiunilor traversate să se utilizeze fluide de foraj care să evite apariția fenomenelor de instabilitate a pereților sondei și să permită realizarea unor coeficienți de forabilitate superiori.

Pentru operativitate, se tinde să se alcătuiască clasificări cu indicații precise, pe baza cărora să se stabilească compoziția și proprietățile unui fluid de calitate. Un exemplu în acest sens îl constituie diagramele de tip Loffland [31] care, pentru condiții de instabilitate relativ simple, permit să se stabilească compoziția și proprietățile unui fluid de foraj optim.

În figura 6 se prezintă rezultatele testelor de optimizare executate la o sondă din R.S.R. într-un interval de egală forabilitate; după analiza fluidelor cu care s-a săpat în momentul executării acestor teste, reprezentările respective au fost completate cu clasele corespunzătoare fluidelor. Se constată că pentru o sarcină de 52 kgf/mm folosirea unui fluid de calitate (clasa 3) realizează, pentru aceeași turație a sapei, o viteză de foraj de 2,82 ori mai mare față de cea corespunzătoare unui fluid cu viscozitatea plastică și tensiunea statică de forfecare ceva mai mari (clasa 4) și de 4,28 ori mai mare în comparație cu situația în care fluidul este și mai necorespunzător (clasa 5). Obținerea unor astfel de rezultate justifică importanța mare ce se acordă în ultimul timp alegerii fluidului de foraj optim (ca tip și proprietăți).

## Concluzii

— Un fluid de foraj corespunzător trebuie să asigure stabilitatea pereților sondei și o eficiență ridicată a desfășurării procesului de săpare; atunci cînd condițiile de săpare o

impun, mai este necesar ca el să fie şi termostabil.

— De obicei, tipul de fluid de foraj este ales astfel, încît să fie eliminate fenomenele de instabilitate de genul celor ce au avut loc la sondele deja săpate pe structurile respective, iar proprietăţile fluidului — pentru tipul sapei — se stabilesc astfel, încît să se realizeze coeficienţi de forabilitate superiori.

— Principalele etape în stabilirea fluidelor de foraj care să evite fenomenele de instabilitate sînt următoarele :

— determinarea tipului de argilă, a compoziţiei mineralogice şi chimice şi a caracteristicilor fizico-mecanice ale acesteia ;

— determinarea activităţii fazei apoase din mediul poros ;

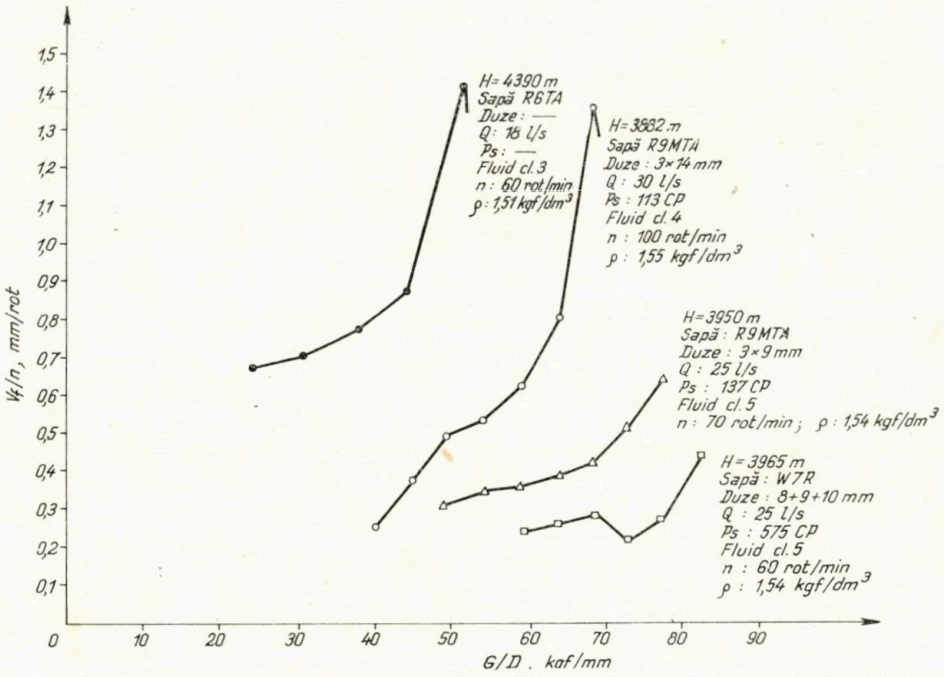



Fig. 6. Reprezentări tip Bingham pe structura Bibeşti—sonda 5116 (int. de forabilitate 2 800 — 4 700 m) :

Sarmaţian : 2 800—4 150 m ; Dogger : 4 150—4 223 m ; Trisiac : 4 223 — 4 700 m.

— reglarea activităţii apei din fluidul de foraj pînă la realizarea unui echilibru al presiunilor de hidratare.

— Pentru tipul ales, la o situaţie dată, este necesar să se stabilească densitatea optimă a fluidului pe baza estimării presiunilor din pori şi a gradienţilor de fisurare a rocilor ; în aceste condiţii, fluidul respectiv trebuie astfel tratat, încît să realizeze o presiune diferenţială şi o viscozitate minimă.

— Tratarea fluidelor de foraj cu substanţe tensioactive neionice, de tipul AAS—9, duce la obţinerea unor fluide de foraj stabile pentru temperaturi mai mari de 175°C.

## NOTAŢII

$d$ — diametrul duzelor cu care este echipată sapa ;
$k$ — constantă adimensională ;
$\nu$ — viscozitatea cinematică ;
$Q$ — debitul pompelor ;
$H$ — adîncimea de efectuare a testului ;
$P_s$ — puterea hidraulică la sapă ;
$n$ — turaţia sapei ;
$\rho$ — greutatea specifică a fluidului.

## BIBLIOGRAFIE


17. Maurer, W.C. Bit-Toth Penetration Under Simulated Borehole Conditions, Jour. Petr. Tech, dec., 1965.

18. Mc Lean, R. H. Crossflow and Impact Under Jet Bits, Jour. Petr. Tech. noiemb., 1964.

19. Mc Lean, R. H. Velocities, Kinetic Energy and Shear in Crossflow Under Three Cone Jet Bits, Jour. Petr. Tech., dec., 1965.

20. Eckel, J. R. Microbit Studies of the Effect of Fluid Properties and Hidraulics on Drilling Rate, Jour. Petr. Tech., april., 1967.

21. Ionescu, M. Gh. Stabilirea greutăţii specifice a fluidului de foraj şi a programului de construcţie a sondelor, pe baza estimării presiunilor din pori şi a gradienţilor de fisurare a rocilor. Petrol şi gaze, **23**, nr. 1, 1972,

22. Garnier, A. J. şi van Lingen, N. H. Phenomena Affecting Drilling Rates at Depth, Jour. Petr. Tech., sept., 1959.

23. Van Lingen, N. H. Bottom Scavenging — A Major Factor Governing Penetration Rates at Depth, Jour. Petr. Tech., febr. 1962.

24. Feenstra, R. şi van Leewen. Full-Scale Experiments on Jets in Impermeable Rock, Drilling, March, 1964.

25. Darley, H.C.M. Designing Fast Drilling Fluids, Jour. Petr. Tech., april., 1965.

26. Kelly, J. Jr. Cum se comportă fluidele pe bază de lignosulfonaţi la temperaturi ridicate, Oil and Gas Jour., oct. 5, 1964.

27. Peters, H. Metode pentru cercetarea fluidului de foraj la temperaturi şi presiuni ridicate, Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, nr. 1, 1966.

28. Weintrit, D. şi Hughes, R. Factors Involved in High— Temperature Drilling Fluids, Jour. Petr. Tech., 6 iun., 1965.

29. Ionescu, I. Elaborarea de fluide de foraj termostabile la presiuni şi temperaturi ridicate, 1966, lucrare nepublicată.

30. Ana, I. şi Popescu, F. Utilizarea substanţelor tensioactive ca aditivi pentru fluidele de foraj, Petrol şi gaze, **23**, nr. 11, 1971.

31. Duran, R. J. Drilling Fluids Can Be Classified for Quality Control, Petroleum Engineer, noiemb., 1971.

# CONTRIBUŢII LA ÎMBUNĂTĂŢIREA CALITĂŢII PRĂJINILOR DE POMPARE ÎN SCOPUL DIVERSIFICĂRII FOLOSIRII ACESTORA ÎN DIFERITE CONDIŢII DE EXPLOATARE

## II AVARIILE PRĂJINILOR DE POMPARE ŞI UNELE MĂSURI DE REDUCERE A ACESTORA

**P. Eftimescu, R. Brătianu şi N. Petre**

La o garnitură de prăjini de pompare utilizată în condiţii normale ruperile apar în perioada finală de exploatare, o dată cu depăşirea duratei-limită de folosire. Sînt însă cazuri cînd se înregistrează ruperi frecvente în stadiul iniţial de exploatare sau cînd numărul de ruperi creşte progresiv în cursul întregii perioade de exploatare. Această distribuire a ruperilor în timp este condiţionată de calitatea prăjinilor de pompare, de gradul de solicitare a garniturilor şi de condiţiile lor de utilizare, de manevrare sau de manipulare.

Cunoaşterea cît mai precisă a cauzelor care provoacă avariile şi îndepărtarea lor contribuie la scăderea substanţială a cheltuielilor de exploatare, la reducerea opririlor la sonde şi, deci, la mărirea producţiei de ţiţei.

Analiza statistică a frecvenţei ruperilor de prăjini de pompare arată că, în ceea ce priveşte distribuirea şi localizarea lor în garnituri, acestea se produc pe toată lungimea garniturilor, la toate dimensiunile de prăjini atît din corp, cît şi din cep, la sonde cu caracter normal, ca şi la sonde cu caracter corosiv sau la sonde inhibitate. Se produc, mai rar, şi ruperi din pătrat, precum şi avarii cauzate de griparea îmbinărilor filetate. În figurile 1—7 se exemplifică cazuri tipice de astfel de ruperi.

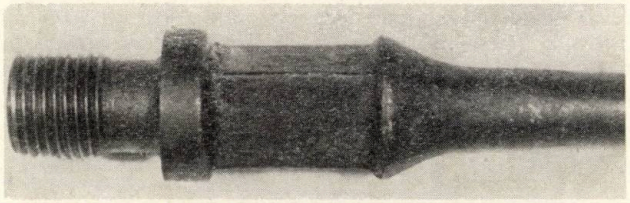


Fig. 1. Prăjină de pompare ruptă din corp.

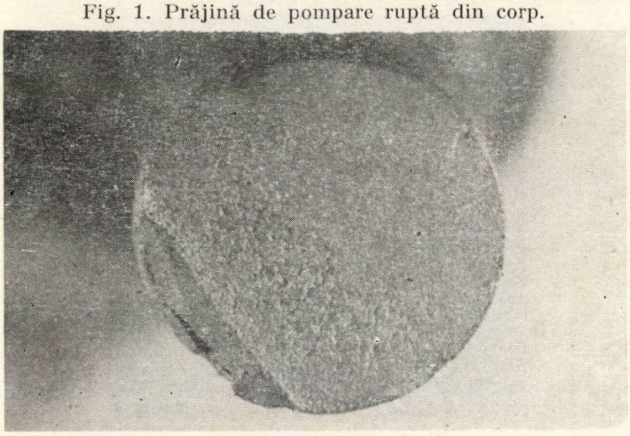


Fig. 1*a*. Prăjina de pompare ruptă din corp — aspectul macrografic al suprafeţei rupte.

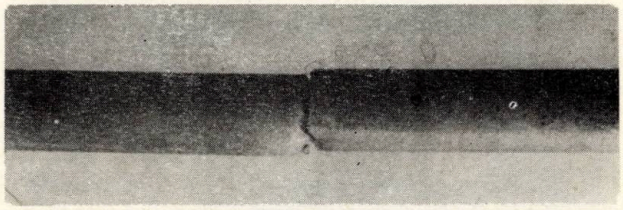


Fig. 2. Prăjină de pompare 3/4 in ruptă din corp.

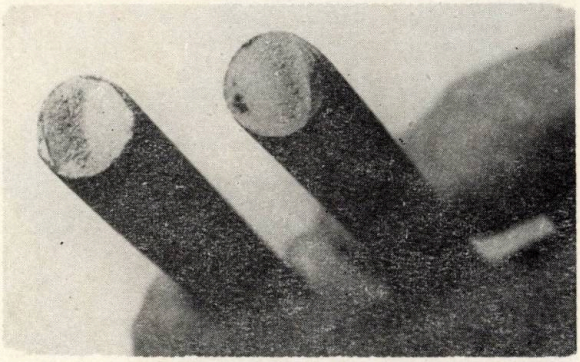


Fig. 2*a*. Prăjină de pompare din figura 2 — aspectul macrografic al suprafeţelor rupte.

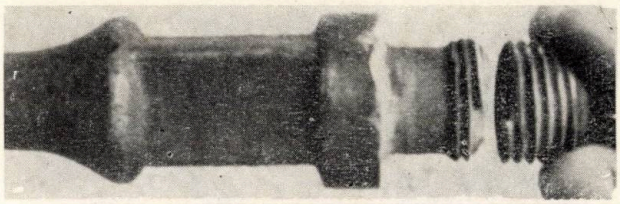


Fig. 3. Prăjină de pompare ruptă din cep.

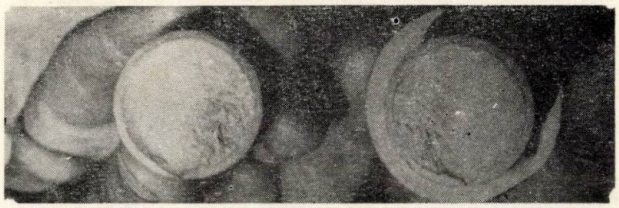


Fig. 3*a*. Prăjină de pompare — aspectul macrografic al suprafeţelor rupte.

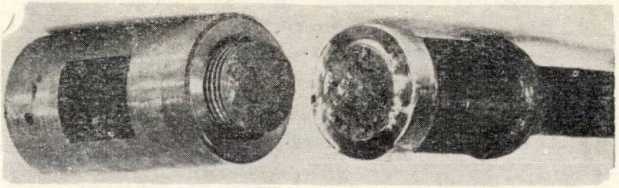


Fig. 4. Prăjină de pompare de 1 in — rupt cepul în mufă în elevator în timpul înşurubării.

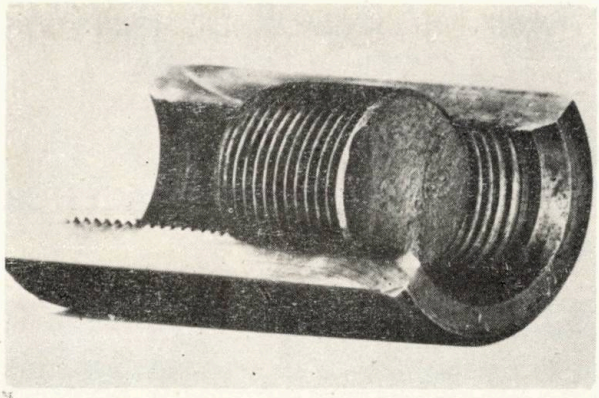


Fig. 5. Prăjină pompare — cep rupt în mufă prin grupare.

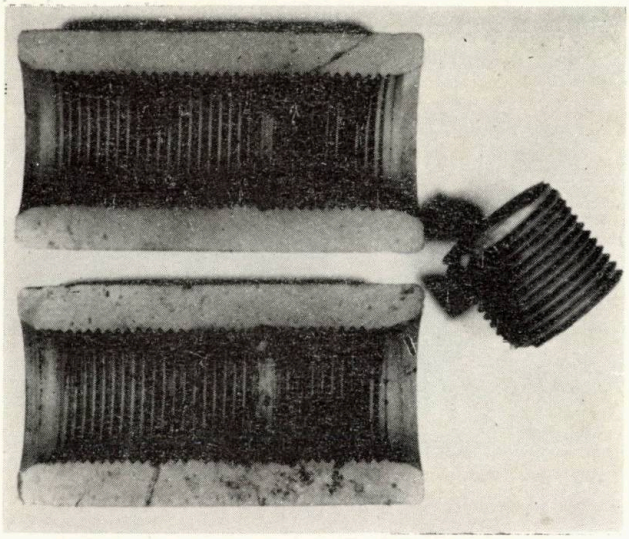


Fig. 6. Filet mufă deteriorat prin gripare.

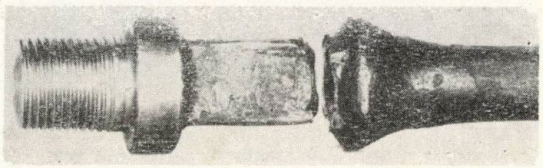


Fig. 7. Prăjina de pompare 7/8 ruptă din pătrat.

### Avarii prin oboseala materialelor

Cercetările efectuate în laborator asupra unui număr mare şi diferit de prăjini de pompare avariate în exploatare au condus la concluzia generală că ruperea se datoreşte, în primul rînd, oboselii materialului, ca urmare a faptului că prăjinile de pompare funcţionează în condiţii de solicitări variabile într-un mediu lichid. Caracteristic pentru astfel de rupere este faptul că sub acţiunea sarcinilor variabile, tensiunile care iau naştere în prăjini se repartizează neuniform. În condiţiile repetării efortului, în diferite puncte ale unei secţiuni a prăjinii, apar puternice tensiuni locale, care depăşesc solicitarea medie şi limita de rezistenţă a materialului. Din această cauză, în secţiune, în special în stratul exterior, apar microcrăpături, care, o dată cu trecerea timpului, se extind şi se dezvoltă pînă ce secţiunea rămasă încă întreagă devine atît de supraîncărcată, încît se produce ruperea. În acelaşi timp cu formarea crăpăturilor, se creează în condiţii foarte favorabile pentru acţionarea pe cale de adsorbţie a mediului înconjurător, accelerînd procesul de rupere.

Observarea aspectului macrografic al suprafeţelor de rupere prezentate în figurile 1—3 arată evident că ruperea este tipic de oboseală. Cele două zone caracteristice ale unei astfel de ruperi se disting foarte bine; suprafaţa netedă corespunde perioadei în care crăpătura s-a extins lent şi progresiv, iar cea zgrunţuroasă, cristalină, corespunde ruperii statice, produsă în ultimul moment, cînd secţiunea prăjinii, neafectată de crăpătură, nu a mai putut rezista sarcinilor. După mărimea şi aspectul acestor două zone se pot face aprecieri asupra mărimii sarcinilor care au provocat ruperea unei prăjini. Pentru înlesnirea aprecierii în şantier (la sondă) a solicitărilor la care sînt supuse prăjinile de pompare, în fotografiile din figurile 8, 9 şi 10 se prezintă astfel de aspecte. Dacă zona de granulaţie fină, care reprezintă zona de distrugere prin oboseală, ocupă aproape întreaga secţiune de ruptură, este o dovadă că prăjina a lucrat cu sarcini apropiate de limita de oboseală. Aspectul acestei zone este cu atît mai neted şi mai lucios, cu cît fisura s-a rezolvat într-un timp mai îndelungat (fig. 8).

Dacă zona de rupere statică ocupă o suprafaţă mai mare decît aceea de oboseală, este sigur că ruperea s-a produs prematur, din cauza unui defect de material (fig. 9); dacă zona de rupere statică are aspect granular grosier şi ocupă aproape întreaga suprafaţă a rupturii, este o dovadă că prăjina s-a rupt din cauza suprasolicitării (fig. 10).

Cauzele care duc la ruperea prin oboseală a corpului sau a cepului unei prăjini, luînd în

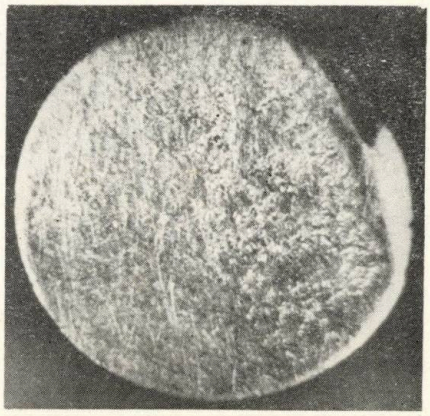


Fig. 8. Aspectul macrografic al unei suprafeţe, la o rupere prin oboseală normală.

considerare condiţiile de fabricaţie şi de exploatare ale prăjinilor, sînt arătate în cele ce urmează. În ceea ce priveşte efectul mediului de lucru asupra prăjinilor de pompare, acesta va fi expus într-un alt articol.

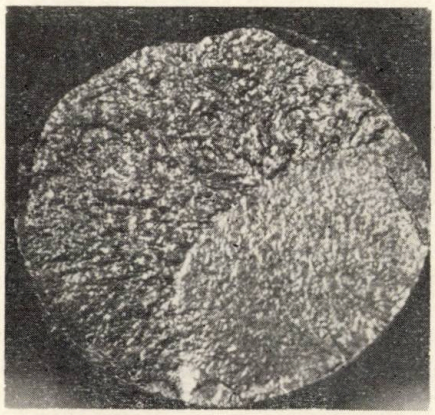


Fig. 9. Aspectul macrografic al suprafeţei unei ruperi de oboseală prematură.

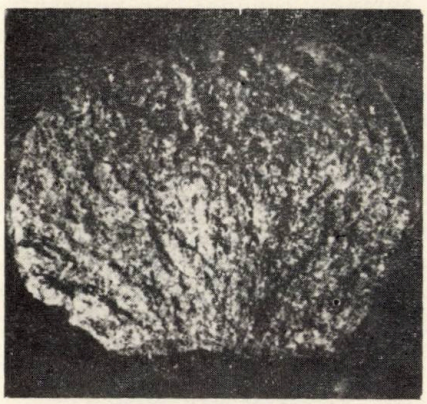


Fig. 10. Aspectul macrografic al ruperii de oboseală cauzată de suprasolicitare.

## Ruperi din corpul prăjinilor de pompare

Avariile din corpul prăjinilor de pompare sînt, de obicei, considerate în funcţie de dispunerea lor pe lungimea prăjinii. Din acest punct de vedere ruperile sînt clasate în ruperi din apropierea capului (fig. 1) şi ruperi suficient de departe de capul prăjinii (fig. 2). Frecvenţa cea mai mare, circa 80%, din ruperile din corp se concentrează în prima categorie, adică imediat lîngă capul prăjinii, la o distanţă de 20—150 mm de la gulerul inferior al cepului, în porţiunea cu formă şi rigiditate diferită de restul prăjinii.

Localizarea preferenţială a ruperilor în această porţiune, acolo unde prăjina îşi pierde flexibilitatea, este o urmare a concentrării de eforturi — deosebit de puternice, provocată de însăşi particularitatea formei constructive a acestei porţiuni. Dacă la acestea se mai adaugă şi suprasolicitarea prăjinilor, cauzată de momente de încovoiere ca urmare a excentricităţii filetului cepului în raport cu axa prăjinii sau de îndoiturile de lîngă cap, atunci trebuie considerat că ruperea prăjinii, tocmai în această regiune, este normală.

Cu privire la influenţa negativă a lipsei de coaxialitate între axa cepului filetat şi axa prăjinii rezultată din fabricaţie la forjarea excentrică a capului, în [1] se arată că o abatere mai mare de 3% din diametrul nominal al prăjinii duce la reducerea capacităţii portante a prăjinii cu circa 25%; în ceea ce priveşte efectul îndoiturilor rezultate în cazul unei exploatări incorecte a prăjinilor (transport, descărcare, manipulare, depozitare), în altă lucrare [2] se arată că dacă abaterea de la coaxialitate atinge o valoare egală cu 1/2 din diametrul cepului, eforturile din secţiunile învecinate se măresc de circa 5 ori.

Ruperile din corp, la o oarecare distanţă de capul prăjinii se datoresc existenţei unor defecte superficiale, constînd din crestături, aparent neînsemnate, produse fie în ciclul de fabricaţie la diferitele manipulări sau la operaţia de îndreptare la rece, fie în exploatare. Sensibilitatea aceasta la crestături este explicată prin aceea că din fabricaţie prăjinile ies cu un strat superficial decarburat în grosimi de 0,05—0,15 mm pe rază. Acest strat, fiind format dintr-un oţel cu conţinut mic de carbon, deci din ferită, este moale. Dacă acest strat prezintă o bună protecţie la coroziune, fiind moale şi subţire el se poate tăia şi desface uşor, formînd puncte de concentrare a eforturilor care ating cîteodată valori foarte mari. În figurile 11 şi 11*a* este reprezentată o pră-

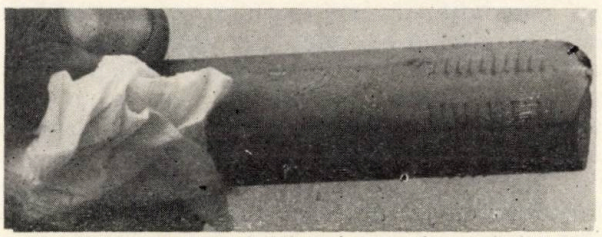


Fig. 11. Prăjină de pompare 3/4 in ruptă din corp în dreptul crestăturilor.

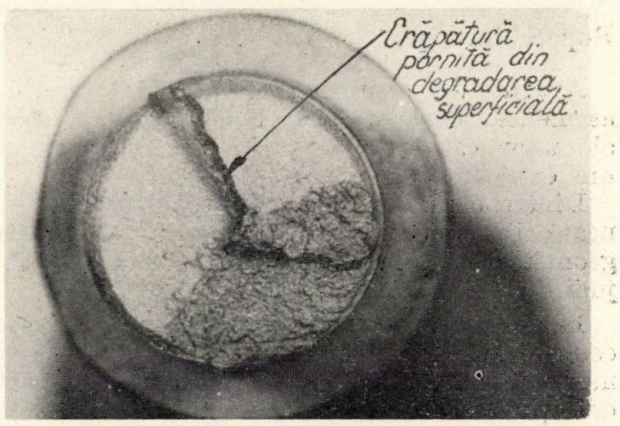



Fig. 11*a*. Prăjină de pompare — aspectul macrografic al suprafeţei rupte.

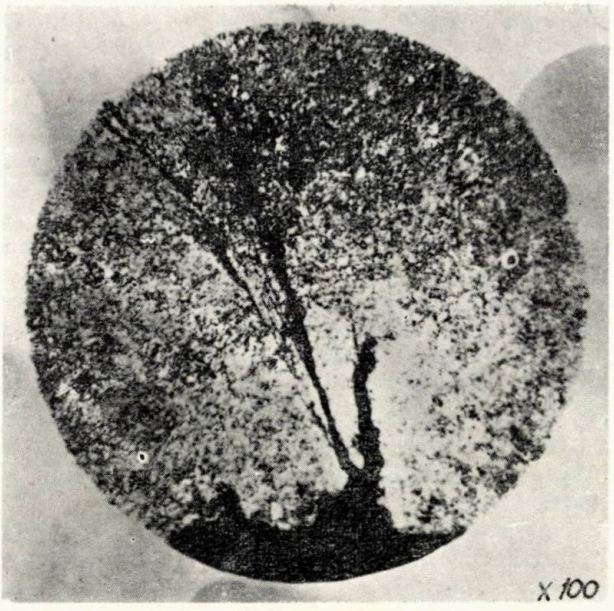



Fig. 12. Prăjina de pompare din oțel 34 MoCN 15 — crăpături în material ca efect al sistemului de îndreptare prin lovituri de ciocan.

jină de pompare de 3/4 in, care s-a rupt din cauza unor astfel de deteriorări superficiale, provocate de o sculă de prindere.

În figura 12 se redă aspectul microscopic al suprafeței de rupere a unei prăjini care s-a rupt din corp din cauza unor microfisuri formate la îndreptarea prăjinii prin lovituri de ciocan.

Astfel de ruperi pot fi evitate dacă în fabricație se asigură toate condițiile pentru realizarea coaxialității axei cepului cu axa prăjinii, dacă se renunță complet la procedeul de îndreptare la rece a prăjinilor, dacă transportul și manipularea prăjinilor se fac cu respectarea instrucțiunilor date în acest sens și dacă se procedează la înlăturarea efectelor negative ale defectelor de suprafață prin ecruisarea prăjinilor cu jet de alice. Prin aplicarea măsurilor citate se poate prelungi durata de funcționare a prăjinilor de 5—6 ori [5].

## Ruperi din cep

Avariile din cepurile filetate se datoresc, de asemenea, concentrărilor de eforturi, ca efect ale unor cauze care provin din fabricație și din exploatare.

Dintre defecțiunile de fabricație se menționează lipsa de precizie a filetului și poziția geometrică a cepului în raport cu corpul prăjinii.

La filete, în general, cele mai periculoase concentratoare de eforturi le constituie așanumitele filete cu funduri ascuțite. Această defecțiune, care nu poate fi pusă în evidență la controlul prin calibrare a filetelor, se produce atunci cînd instrumentul de filetat nu este corect ascuțit sau nu este bine reglat. Posibilitatea unei astfel de erori este însă aproape nulă în cazul filetelor executate prin rulare.

O altă eroare de execuție o formează „filetele aplecate", adică filetele la care perpendiculara coborîtă din vîrful unghiului format de flancurile de filet nu este bisectoarea unghiului de flancuri. Această eroare modifică anumite raporturi dimensionale ale cuplului filetat și conduce în final la apariția fenomenului de gripare. Efect asemănător au și erorile privind pasul filetului. Diferențele de pas existente între filetele celor două piese conjugate conduc la eforturi axiale de întindere mari, care, în condițiile solicitărilor variabile, produc fie ruperea cepului, fie griparea îmbinării.

Influența aplecării filetelor și a nepreciziei pasului de filet asupra diametrului flancurilor este arătată în figurile 13 și 14.

Eroare de fabricație cu consecințe deosebit de periculoase o constituie și excentricitatea axei cepurilor filetate în raport cu corpul prăjinii, întrucît conduce la o concentrare substanțială de eforturi în primele ganguri angajate în înșurubare, ganguri care și așa sînt foarte încărcate. În figurile 15 *a*,*b*,*c* sînt redate ruperi de cep provocate de o forjare asimetrică a cepului prăjinii.

La forjarea capetelor apar și defecțiuni care nu pot fi descoperite decît la cercetarea de laborator, și anume defecțiuni cauzate de un decurs incorect al fibrajului în porțiunea refulată, de o temperatură incorectă din tim-

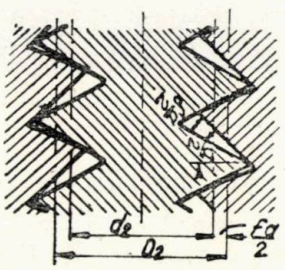



Fig. 13. Influența aplicării filetelor asupra diametrului flancurilor.

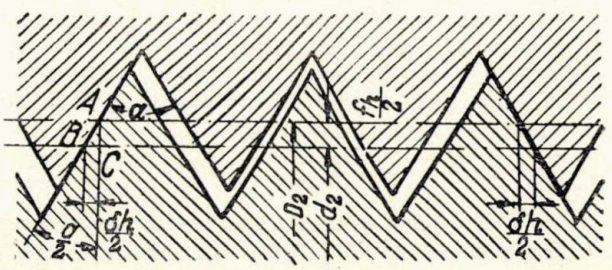
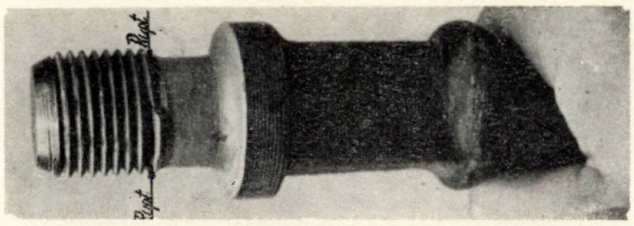
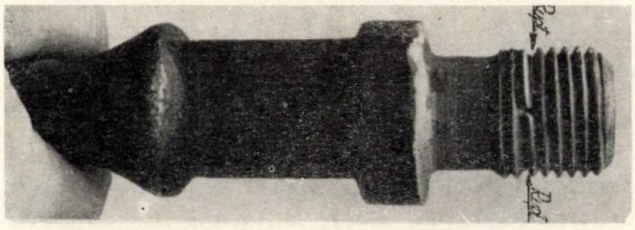



Fig. 14. Influența nepreciziei pasului asupra diametrului flancurilor.

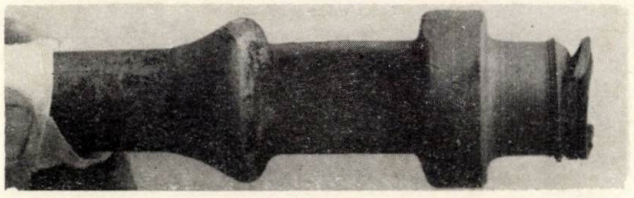
pul încălzirii pentru matrițare sau de o cantitate necorespunzătoare de metal. În figura 16 este redat aspectul unei prăjini al cărei cep s-a



*a*



*b*



*c*

Fig. 15. *a*, *b*, *c*. Prăjină de pompare ruptă din cep din cauza forjării necoaxială a cepului.

rupt în exploatare, ca urmare a concentrării locale de eforturi, provocată de fibrele de material deformate la baza cepului, iar în figura 17 este prezentat cepul rupt, în procesul de fabricaţie, chiar de la umăr, din cauza arderii

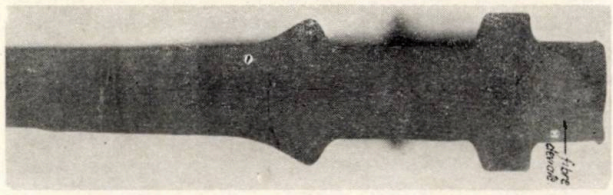


Fig. 16. Aspectul fibrajului în secţiunea longitudinală a unei prăjini a cărui cep s-a rupt în exploatare — fibraj deviat în cep.

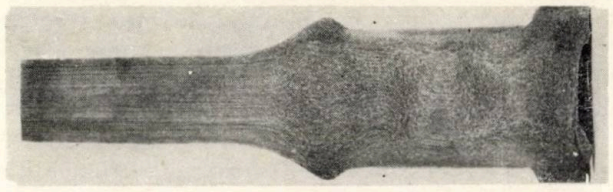


Fig. 17. Aspectul fibrajului în secţiunea longitudinală a unei prăjini rupte în procesul de fabricaţie din cauza arderii materialului în zona cepului.

Fig. 18. Prăjină de pompare — defect de fabricaţie, crăpătură inelară.

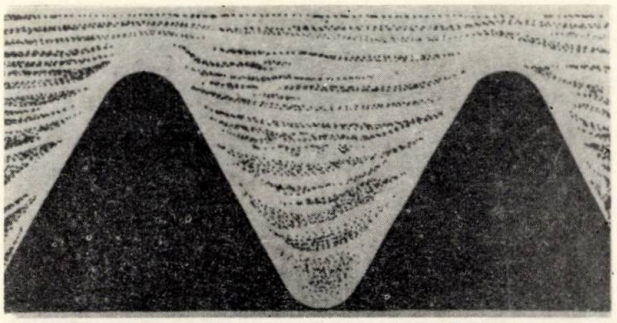


Fig. 19. Aspectul fibrajului filetului obţinut prin rulare.

materialului provocată de o temperatură prea ridicată la matriţare, ardere care a condus la destrămarea metalului în acea zonă.

În figura 18 se arată o prăjină la care, ca urmare a cantităţii necorespunzătoare de material, s-au format crăpături inelare chiar în dreptul umflăturii.

Defectele de fabricaţie amintite pot fi înlăturate prin executarea filetelor prin rulare, încălzirea corectă a capetelor prăjinilor de pompare în timpul forjării, o respectare riguroasă a lungimii care trebuie matriţată, asigurarea unei distribuţii corecte a fibrajului, luarea periodică de probe, din capetele refulate, pentru microanaliză.

Ameliorarea substanţială adusă prin rularea filetelor cepurilor prăjinilor de pompare rezidă în însuşi principiul acestei metode, care constă în deformarea plastică la rece a materialului, fără aşchiere, astfel că fibrele materialului nu sînt întrerupte, ci urmează conturul filetului. În figurile 19 şi 20 este prezentat aspectul fibrajului unui filet obţinut prin rulare, respectiv prin aşchiere.

De asemenea, prin faptul că maşinile de rulat permit o prindere şi o centrare foarte exacte a piesei, se asigură condiţii foarte bune, atît în ceea ce priveşte coaxialitatea axelor de cepuri cu axele de prăjini, cît şi în ceea ce priveşte perpendicularitatea umărului de rezemare de la baza cepului. Precizia mare de execuţie a profilului de filet, ca şi gradul înalt de netezime al suprafeţelor rezultate, asigură condiţii optime de înşurubare; suprafeţele filetului fiind ecruisate la rece, duritatea lor este mai mare, ceea ce le conferă o durată de funcţi-

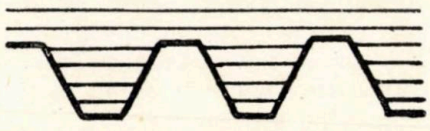


Fig. 20. Aspectul fibrajului filetului obţinut prin aşchiere.

onare mai îndelungată. În acelaşi timp, ca urmare a ecruisării, se măreşte rezistenţa la coroziune. Din unele încercări efectuate a rezultat că durata la oboseală a cepurilor fabricate prin rulare este cu 50—75% mai mare

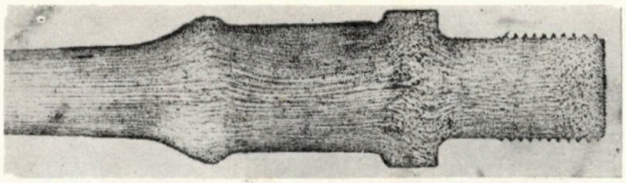


Fig. 21. Cap de prăjină de pompare corect matriţat. Fibraj corespunzător.

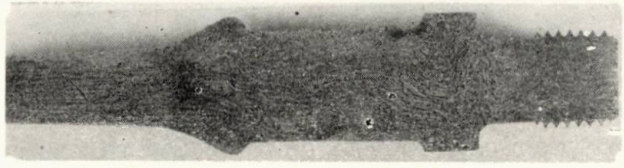


Fig. 22. Cap de prăjină de pompare incorect matriţat. Fibraj în cute.

decît cea a cepurilor tăiate la strung, în condiţii normale de exploatare. Trebuie menţionat că această îmbunătăţire tehnologică este în prezent aplicată la circa 60% din prăjinile de pompare din producţia indigenă.

Cu privire la importanţa asigurării unei distribuţii corecte a fibrajului este suficient să se arate că cifrele calitative de rezistenţă a materialului diferă în diferite direcţii de orientare a fibrelor; ele sînt maxime de-a lungul fibrelor şi minime pe o direcţie perpendiculară. Se înţelege deci că valoarea lor este funcţie de unghiul dintre axa piesei şi direcţia fibrelor.

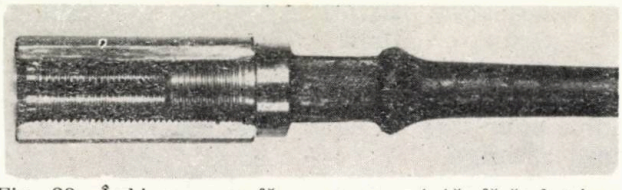


Fig. 23. Îmbinare — mufă — cep executată fără degajare de eforturi la baza cepului — tip vechi.

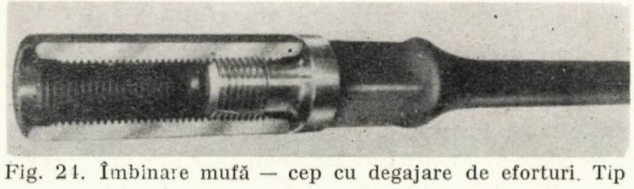


Fig. 24. Îmbinare mufă — cep cu degajare de eforturi. Tip nou.

Ţinînd seama de acest aspect este foarte important ca fibrele de material să urmeze cît mai fidel configuraţia piesei, adică să intre fără strangulări şi fără cute în fiecare schimbare de formă a piesei fabricate, aşa cum se arată în fotografia din figura 21 şi nu cum este redat în fotografia din figura 22.

**Ruperi din cep ce se pot atribui tehnologiei de exploatare în schele**

Cea mai importantă sursă, permanent posibilă, de avariere o constituie înşurubarea ansamblurilor mufă-cep. O strîngere exagerată, ca

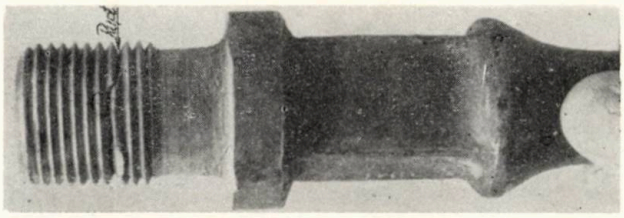


Fig. 25. Strîngere insuficientă.

şi o înşurubare insuficientă sînt la fel de periculoase.

Statistica ruperilor de cepuri a arătat că majoritatea acestora se produc în primele ganguri filetate (pornind de la rădăcină), care preiau circa 40% din toată încărcarea, chiar în condiţiile unei strîngeri normale. Strîngerea excesivă conduce la o concentrare şi mai mare de eforturi în aceste ganguri. Acest fel de avarie se întîlneşte foarte des la prăjinile de pompare de construcţie veche (fig. 23). La prăjinile de pompare noi (fig. 24), la care s-a aplicat degajarea de eforturi la baza cepurilor, frecvenţa ruperilor de acest fel se micşorează.

Apar totuşi ruperi şi la acestea, atunci cînd se neglijează aspectul stării de curăţire a părţilor filetate. Murdăria pătrunsă în filet sau un filet ruginit nu permit înşurubarea mufei pe cep pînă la realizarea contactului dintre faţa ei frontală şi gulerul prăjinii de pompare. Încercarea de a forţa înşurubarea pînă la această poziţie duce în final la ruperea cepului în timpul funcţionării, din cauza strîngerii excesive.

În cazul unei înşurubări insuficiente, sub acţiunea vibraţiilor sistemului, precum şi a forţelor tangenţiale care iau naştere prin frecarea dintre piston-cilindru, respectiv prăjină-ţevi de extracţie, se produce o slăbire a înşurubării. Aceasta conduce fie la deşurubarea completă a ansamblului, fie la ruperea cepului la nivelul ultimului gang. Dacă mai pătrunde şi murdărie în filet, atunci nu se mai poate realiza înşurubarea completă a mufei, vor rămîne cîteva ganguri nestrînse şi accidentul devine inevitabil. În fotografiile din figurile 3 şi 25 sînt prezentate aspectele unor astfel de ruperi provocate de o înşurubare insuficientă.

O cauză producătoare de avarii de la filetul cepului o constituie şi loviturile aplicate asupra mufei în timpul deşurubării prăjinilor, cînd pot apărea crăpături atît în mufă, cît şi la rădăcina ultimului filet al cepului.

Prevenirea accidentelor provocate de manipularea prăjinilor de pompare în şantier este posibilă prin :

— înşurubarea corectă şi sigură a îmbinării, cu momente de strîngere optime pentru fiecare dimensiune;

— utilizarea de chei de strîngere dinamometrice;

— crearea de condiţii care să excludă posibilitatea de murdărire a filetelor cepurilor şi mufelor;

— luarea de măsuri pentru combaterea practicii de batere în mufe la deşurubare, chiar şi cînd nu este cazul.

**Posibilităţile de reducere a suprasolicitărilor şi avariilor prin dimensionarea corectă a garniturilor de prăjini de pompare**

La avarierea prăjinilor de pompare, în afara defecţiunilor constructive şi de manipulare arătate, contribuie şi dimensionarea incorectă a garniturilor. Această dimensionare se poate face utilizînd fie metode de calcul la solicitări statice, fie metoda de calcul la solicitări variabile [6].

Dimensionarea corectă a garniturii de prăjini nu poate fi realizată la solicitări statice, fiindcă în cursul unui ciclu de pompare sarcinile din garnitură variază alternativ, în funcţie de unghiul de rotaţie a manivelei şi, implicit, de timp.

Deoarece în şantiere se folosesc încă metodele de dimensionare statică (tabela 1), în tabela 2 se prezintă lungimile tronsoanelor de prăjini în procente, în funcţie de parametrii de pompare (lungimea cursei, numărul curse pe minut şi dimensiunea pistonului pompei).

Întrucît dimensiunea la solicitări statice nu are o bază riguros ştiinţifică şi poate duce la utilizarea unor garnituri necorespunzătoare ca rezistenţă sau neeconomice, este necesară dimensionarea garniturilor de prăjini la solicitări variabile.

Ciclurile de solicitări variabile [7] redate în tabela 3 se definesc prin două dintre următoarele mărimi:

1) efortul unitar maxim, $\sigma_{max}$
2) efortul unitar minim, $\sigma_{min}$
3) efortul unitar de amplitudine, $\sigma_v$
4) efortul unitar mediu, $\sigma_{med}$
5) coeficientul de asimetrie la solicitări, $r$.

Relaţiile de definire a acestor mărimi sînt:

$$\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{S}\ ; \quad \sigma_{min} = \frac{P_{min}}{S} \tag{1}$$

$$\sigma_v = \frac{1}{2}\,(\sigma_{max} - \sigma_{min})\ ; \quad \sigma_{max} = \frac{1}{2}\,(\sigma_{max} + \sigma_{min}) \tag{2}$$

$$r = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \tag{2}$$

$$\sigma_{max} = \sigma_v + \sigma_{med}\ ; \quad \sigma_{min} = \sigma_{med} - \sigma_v \tag{4}$$

Efortul unitar limită la oboseală $\sigma_R$ depinde de valoarea coeficientului de asimetrie $r$ şi se determină experimental (curba Wöhler).

Eforturile unitare limită la oboseală pentru ciclul alternant simetric $\sigma_{-1}$ şi ciclul pulsator $\sigma_0$ reprezintă cifre de rezistenţă la oboseală caracteristice în calculul de oboseală al prăjinilor de pompare.

Deoarece este necesar să se cunoască rezistenţa la oboseală pentru orice valoare a coeficientului de asimetrie, s-au construit diagramele ciclurilor-limită, redate în literatura de specialitate [7, 8, 9] după cum urmează:

1. Diagrama Haigh în coordonate $\sigma_v = f(\sigma_{med})$.
2. Diagrama Smith în coordonate $\sigma_{max}$, $\sigma_{min} = f(\sigma_{med})$.
3. Diagrama Gerber, Louherdt-Weyrouch, Goodman, Kommerell, Ros în coordonate.

$$\sigma_{max},\ \sigma_{min} = f(\sigma_{min})$$

4. Diagrama Pohl în coordonate $\sigma_{max} = f\left(\frac{\sigma_{med}}{\sigma_{max}}\right)$.
5. Diagrama combinată Smith-Pohl în coordonate $\sigma_{max}$, $\sigma_{min} = f(\sigma_{med})$ pe care sînt trasate razele $\frac{\sigma_{med}}{\sigma_{max}} = \text{constant}$.

În prima parte a articolului s-au construit diagramele Smith schematizate (fig. 1 şi 2) de grupe de oţeluri (tabela 1). Cu ajutorul acestor diagrame se pot calcula coeficientul de asimetrie $r$ şi valoarea efortului unitar limită $\sigma_{maxL}$, stabilindu-se valoarea coeficientului de siguranţă la solicitări variabile.

Clasificarea metodelor de dimensionare la solicitări variabile, relaţiile de calcul şi observaţiile asupra acestora sînt indicate în tabela 4.

Pentru dimensionarea garniturilor de prăjini s-a ales metoda de calcul bazată pe coeficientul de siguranţă la solicitări variabile pentru $r$ constant (metoda Soderberg):

$$c_v = \left(\frac{\sigma_{max\,L}}{\sigma_{max}}\right)_{r_L = r}$$

Lungimea tronsoanelor ce constituie garnitura de prăjini se calculează cu următoarele relaţii, modificate faţă de cele indicate în tabela 4:

$$l_1 = \frac{1 - AX}{1 + Y} \cdot H \tag{5}$$

$$l_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{S_1\, q_i} \cdot \frac{q_1 + A}{1 + Y} \cdot H, \tag{6}$$

în care:

$$X = \sum_{i=2}^{n} \frac{S_i - S_{i-1}}{S_1\, q_i} \tag{7}$$

$$Y = q_1\, X \tag{8}$$

$$A = \frac{2\,\sigma r \cdot \varnothing}{\sigma_0 \xi + (2\,\sigma_r - \sigma_0)\,\psi} \tag{9}$$

Parametrul $A$ depinde de caracteristicile mecanice ale prăjinilor de pompare ($\sigma_r$ şi $\sigma_0$) date de firmele constructoare şi de o serie de coeficienţi ce caracterizează mişcarea garniturii de prăjini de pompare.

Relaţiile de calcul ale acestor coeficienţi sînt următoarele :

$$\text{Ø} = \frac{\pi}{8} \cdot \gamma_1 \cdot D^2 \tag{10}$$

$$\xi = b + \frac{1}{2}[m_{asc} - b \cdot m_{desc} + f(1 - b)] \tag{11}$$

$$\psi = \frac{1}{2}[m_{asc} + b \cdot m_{desc} + f(1 + b)] \tag{12}$$

$$b = 1\frac{\gamma_1}{\gamma_0} \tag{13}$$

$$m_{asc} = \frac{Cn^2}{1790}\left(1 + \frac{r_m}{1}\right) \tag{14}$$

$$m_{desc} = \frac{C \cdot n^2}{1790}\left(1 - \frac{r_m}{1}\right) \tag{15}$$

Deoarece în relaţiile de calcul al coeficientului de siguranţă la solicitări variabile intervin valorile eforturilor unitare maxime, minime şi medii, trebuie, în prealabil, calculaţi aceşti parametri.

$$\sigma_{max_i} = \frac{(b + f + m_{asc})\, P_p + Pl_0}{S_i} \tag{16}$$

$$\sigma_{\min_i} = \frac{b\,(1 - m_{\text{desc}} - f)\, P_p}{S_i} \tag{17}$$

$$\sigma_{\text{med}_i} = \frac{\sigma_{\max_i} + \sigma_{\min_i}}{2} \tag{18}$$

Coeficientul de asimetrie al ciclului de pompare se determină cu ecuaţia :

$$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}. \tag{3}$$

Construind diagrama ciclurilor-limită (diagrama rezistenţelor la oboseală), pentru materialul din care sînt confecţionate prăjinile de pompare [10], se poate stabili valoarea coeficientului de siguranţă la solicitări variabile, astfel :

**Metoda I**

Se calculează $\sigma_{\max_i}$, $\sigma_{\min_i}$ şi $\sigma_{\text{med}_i}$. Punctul de coordonate ($\sigma_{\max}$, $\sigma_{\text{med}}$) în diagrama ciclurilor-limită se uneşte cu originea printr-o semidreaptă $\sigma_{\max_L}$. Ordonatele punctului de intersecţie reprezintă valoarea $\sigma_{\max_L}$ pentru $r$ = constant. Împărţind această valoare cu $\sigma_{\max}$ al ciclului de pompare, se obţine coeficientul de siguranţă la solicitări variabile.

$$C_v = \frac{\sigma_{\max_L}}{\sigma_{\max}} \tag{19}$$

**Metoda a II-a**

Se intersectează dreapta de ecuaţii $\sigma_{\max} = f(r)$ cu dreapta care trece prin două puncte $B$ $(0,\ \sigma_{-1})$ şi $C$ $(\sigma_r,\ \sigma_r)$ şi se rezolvă în funcţie de $\sigma_{\max_L}$, [11].

Expresia lui $\sigma_{\max_L}$ se înlocuieşte în ecuaţia lui $C_v$ şi se obţine o nouă relaţie de calcul :

$$C_v = \frac{2\,\sigma_r \cdot \sigma_{-1}}{\sigma_{\max}(\sigma_r + \sigma_{-1}) - \sigma_{\min}(\sigma_r - \sigma_{-1})} \tag{20}$$

Pentru a evita supra şi subdimensionarea garniturilor de prăjini s-a limitat valoarea lui $C_v$.

$$1{,}66 \leqslant C_v \leqslant 3$$

În anexă se prezintă un exemplu de calcul pentru dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare la solicitări variabile.

Prin dimensionarea garniturilor de prăjini de pompare la solicitări variabile, faţă de calculul static, tronsonul inferior, care lucrează în condiţii grele de pompare ($r$ mai mic şi $\sigma_v$ mai mare), are o lungime mai mică.

**Concluzii**

— Din statistica ruperilor de prăjini de pompare rezultă că avariile se produc pe toată lungimea garniturii, atît în corpul prăjinilor, cît şi în porţiunile refulate, atît la cepuri, cît şi la mufe, la intervale de timp diferite.

— Cauza generală a avariilor este concentrarea de eforturi favorizată de unele insuficienţe calitative rezultate atît din fabricaţie, cît şi din modul de utilizare, transport, manipulare, care slăbesc rezistenţa la oboseală a materialului.

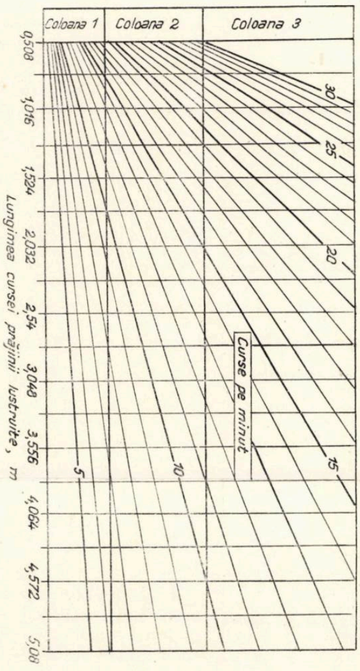
— Atît în fabricaţie, cît şi în exploatare există posibilităţi care permit reducerea numărului de ruperi şi a consumului de prăjini de pompare.

— Prin dimensionarea corectă a garniturilor de prăjini de pompare se pot reduce avariile acestora.

— Criteriul de dimensionare la solicitări statice neavînd o bază riguros ştiinţifică este indicată metoda de dimensionare la solicitări variabile, care ia în considerare ciclul real de funcţionare al prăjinilor de pompare.

**Metode de dimensionare a prăjinilor la solicitări statice**

| | Garnitură unică | Garnituri combinate | |
|---|---|---|---|
| | | Metoda eforturilor unitare maxime admisibile | Metoda eforturilor unitare egale |
| Principiul metodei | $\sigma_{max} \leqslant \sigma_{adm}$ | $\sigma_{max_i} = \sigma_{adm_i}$ | $\sigma_{max_{i-1}} = \sigma_{max_i}$ |
| Relaţii de calcul | $\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{S} \leqslant \sigma_{adm}$<br>$\frac{\sigma_{adm}}{\sigma_c} = 0{,}43 \div 0{,}47$ | $\sigma_{adm} S_i = P_1 + (b+m) \sum_1^i li\, q_i$ | $\sigma = \frac{q_1 L + q_1 l_1 (bo+m)}{S_1} = \frac{q_1 L + (b+m)(l_1 q_1 - l_2 q_2)}{S_2} =$<br>$= \frac{q_1 L + (b+m)(l_1 q_1 + l_2 q_2 + l_3 q_3)}{S_3}$.<br>Pentru 2 tronsoane se consideră primele ecuaţii. |
| Lungimea tronsoanelor | $L = \frac{\sigma S - P_1}{(b+m)\, q}$ | $l_1 = \frac{\sigma\, S_1 - S_1}{(b+m) q_1}$<br>$l_i = \frac{\sigma\,(S_i - S_{i-1})}{(b+m)\, q_i}$ | Pentru trei tronsoane<br>$l_1 = \frac{q_1 (x+y-2x) + q_3 (b+m)}{q_3 (n+m)\left(3 - \frac{1}{x} - \frac{1}{y}\right)} L$<br>$l_2 = \frac{q_1 z + q_3 (b+m)(y-1)}{q_3 (3 - \frac{1}{x} - \frac{1}{y}) b + m)} L$<br>$l_3 = L - l_1 - l_2$<br>$x = \frac{S_3}{S_2} = \frac{q_3}{q_2}$ ; $y = \frac{S_2}{S_1} = \frac{q_2}{q_1}$ ; $z = \frac{S_3}{S_1} = \frac{q_3}{q_1}$ |
| Coeficientul de siguranţă | $C_s = \frac{\sigma_c}{\sigma_{max}}$ | $C_s = \sigma_c / \sigma_{max_i}$ | $C_s = \sigma_c / \sigma_{max}$ |
| Observaţii | Prăjinile de pompare nu sînt folosite raţional | Se realizează economie de prăjini de pompare, dar datorită deformaţiilor se micşorează cursa pistonului | Tronsoanele sînt solicitate aproximativ în mod egal. |




## COMPONENŢA GARNITURILOR DE PRĂJINI

Pentru fiecare combinaţie de piston şi garnitură de prăjini de pompare sînt date trei coloane cu procentele tronsoanelor. Coloana corespunzătoare este determinată de intersecţia lungimii cursei cu numărul de curse pe minut, pe diagrama alăturată. Coloanele conţin procentele tronsoanelor, greutatea medie ponderată şi adîncimea. Diagrama este construită pentru un fluid cu greutatea specifică 1 kgf/dm³ şi pentru condiţii normale de lucru, cu conţinutul efectiv inhibitat.

Exemplu: ţevi de extracţie de 2 1/2 in, diametrul pistonului de 2 1/2 in, adîncimea de pompare 1 300 m, numărul de curse pe minut 12 şi lungimea cursei 2 m. Din diagramă se constată că punctul de intersecţie a numărului de curse pe minut cu lungimea cursei se află în spaţiul afectat coloanei 2. În tabela de mai jos se găseşte coloana pentru pistonul 2 1/4 şi subcoloana 2. Urmărind această subcoloană, se constată, în dreptul liniei adîncimii, că sînt două combinaţii de garnituri de prăjini care au adîncimea apropiată de 1 300 m, şi anume combinaţia 1 în (30 %) şi 7/8 în (70 %). În adîncimea de 1 350 m şi combinaţia 1 în (30 %), 7/8 în (34 %), şi 3/4 în (36 %) cu adîncimea de 1 400 m. Ambele combinaţii au eforturile unitare egale la partea superioară a fiecărui tronson (relaţia Mills). Prima combinaţie are o greutate mai mare, dar alungiri mai mici decît a doua.

Alegerea se face în funcţie de sarcina totală şi de debit.



| Tronsonul inferior 5/8″ | | | Tronsonul inferior 3/4″ | | | | | | Tronsonul inferior 7/8″ | | | | | | Tronsonul inferior 1″ | | | | | | Diametrul piston, in<br>Coloana nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—1/15 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—1/8 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—1/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—1/2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—3/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2—1/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2—1/2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2—3/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3—1/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3—3/4 |
| 7/8 | 21 | 20 | 7/8 | 18 | 17 | 17 | | | 1 | 19 | 19 | 18 | | | 1 | 19 | 19 | 18 | | | Greutate, kgf/m |
| 3/4 | 25 | 24 | 3/4 | 20 | 20 | 20 | | | 7/8 | 81 | 81 | 82 | | | 7/8 | 81 | 81 | 81 | | | Adîncimea, m |
| 5/8 | 54 | 56 | 5/8 | 62 | 63 | 63 | | | 3/4 | 3,4 | 3,4 | 3,38 | | | 3/4 | 3,4 | 3,4 | 3,38 | | | |
| Greutate, kgf/m | 2,2 | 2,19 | Greutate, kgf/m | 2,91 | 2,9 | 2,9 | | | Greutate, kgf/m | 2140 | 1940 | 1710 | | | Greutate, kgf/m | 2315 | 2080 | 1785 | | | |
| Adîncimea, m | 2350 | 2160 | Adîncimea, m | 2450 | 2220 | 1960 | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | 4,36 | 4,36 | 4,36 | | | |
| | 2,2 | 2,18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1920 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 29 | 28 | 7/8 | 24 | 23 | 23 | | | 1 | 20 | 20 | 20 | | | 1 | 19 | 19 | 19 | | | Greutate, kgf/m |
| | 71 | 72 | 3/4 | 74 | 77 | 77 | | | 7/8 | 62 | 63 | 63 | | | 7/8 | 81 | 81 | 81 | | | Adîncimea, m |
| | 1,94 | 1,94 | Greutate, kgf/m | 2,62 | 2,61 | 2,61 | | | 3/4 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | | | 3/4 | 3,4 | 3,4 | 3,38 | | | |
| | 1780 | 1580 | Adîncimea, m | 2040 | 1870 | 1650 | | | Greutate, kgf/m | 2450 | 2220 | 1960 | | | Greutate, kgf/m | 2440 | 2240 | 1960 | | | |
| | | | | | | | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | 3,75 | 3,73 | 3,73 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—1/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—1/2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—3/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2—1/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2—1/2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2—3/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3—1/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3—3/4 |
| 7/8 | 24 | 23 | 7/8 | 19 | 19 | 18 | | | 1 | 21 | 20 | 20 | | | 1 | 20 | 20 | 20 | | | Greutate, kgf/m |
| 3/4 | 27 | 26 | 3/4 | 22 | 21 | 21 | | | 7/8 | 79 | 80 | 80 | | | 7/8 | 81 | 81 | 81 | | | Adîncimea, m |
| 5/8 | 49 | 51 | 5/8 | 59 | 60 | 60 | | | 3/4 | 3,43 | 3,41 | 3,41 | | | 3/4 | 3,4 | 3,4 | 3,38 | | | |
| Greutate, kgf/m | 2,26 | 2,23 | Greutate, kgf/m | 2,96 | 2,94 | 2,93 | | | Greutate, kgf/m | 2010 | 1850 | 1630 | | | Greutate, kgf/m | 2320 | 2120 | 1870 | | | |
| Adîncimea, m | 2140 | 2000 | Adîncimea, m | 2220 | 2080 | 1850 | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | 3,79 | 3,77 | 3,75 | | | |
| | 2,2 | 2,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1780 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 26 | 25 | 7/8 | 24 | 24 | 24 | | | 1 | 18 | 18 | 18 | | | 1 | 17 | 17 | 16 | | | Greutate, kgf/m |
| | 74 | 75 | 3/4 | 76 | 76 | 76 | | | 7/8 | 61 | 62 | 63 | | | 7/8 | 79 | 80 | 81 | | | Adîncimea, m |
| | 2,64 | 2,63 | Greutate, kgf/m | 2,62 | 2,62 | 2,62 | | | 3/4 | 3,81 | 3,80 | 3,79 | | | 3/4 | 3,88 | 3,87 | 3,86 | | | |
| | 1900 | 1730 | Adîncimea, m | 1730 | 1690 | 1560 | | | Greutate, kgf/m | 2160 | 2020 | 1760 | | | Greutate, kgf/m | 2080 | 1890 | 1640 | | | |
| | | | | | | | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | 4,39 | 4,38 | 4,36 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—1/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—1/2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1—3/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2—1/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2—1/2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2—3/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3—1/4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3—3/4 |
| 7/8 | 27 | 26 | 7/8 | 22 | 21 | 20 | | | 1 | 23 | 22 | 21 | | | 1 | 21 | 20 | 19 | | | Greutate, kgf/m |
| 3/4 | 32 | 30 | 3/4 | 25 | 24 | 23 | | | 7/8 | 77 | 78 | 79 | | | 7/8 | 79 | 80 | 81 | | | Adîncimea, m |
| 5/8 | 41 | 44 | 5/8 | 53 | 55 | 57 | | | 3/4 | 3,46 | 3,43 | 3,43 | | | 3/4 | 3,44 | 3,43 | 3,43 | | | |
| Greutate, kgf/m | 2,35 | 2,31 | Greutate, kgf/m | 3,02 | 2,99 | 2,96 | | | Greutate, kgf/m | 1710 | 1580 | 1420 | | | Greutate, kgf/m | 1860 | 1720 | 1520 | | | |
| Adîncimea, m | 1880 | 1770 | Adîncimea, m | 2650 | 1960 | 1710 | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | | | | | | |
| | 2,47 | 2,42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1610 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 32 | 30 | 7/8 | 28 | 26 | 24 | | | 1 | 25 | 24 | 23 | | | 1 | 23 | 22 | 21 | | | Greutate, kgf/m |
| | 37 | 35 | 3/4 | 32 | 30 | 28 | | | 7/8 | 28 | 26 | 25 | | | 7/8 | 26 | 25 | 24 | | | Adîncimea, m |
| | 31 | 35 | 5/8 | 47 | 50 | 53 | | | 3/4 | 3,1 | 3,07 | 3,02 | | | 3/4 | 3,41 | 3,40 | 3,39 | | | |
| | 2,47 | 2,42 | 2,35 | Greutate, kgf/m | 3,18 | 3,13 | 3,09 | | | Greutate, kgf/m | 1840 | 1720 | 1570 | | | Greutate, kgf/m | 1970 | 1820 | 1630 | | | |
| | 1640 | 1550 | 1430 | Adîncimea, m | 1650 | 1560 | 1420 | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | | | | | | |
| | 38 | 41 | 44 | 7/8 | 35 | 33 | 33 | | | 1 | 28 | 27 | 25 | | | 1 | 25 | 24 | 22 | | | Greutate, kgf/m |
| | 40 | 44 | 47 | 3/4 | 38 | 36 | 33 | | | 7/8 | 32 | 30 | 28 | | | 7/8 | 30 | 28 | 26 | | | Adîncimea, m |
| | 3,23 | 3,16 | 3,09 | 2,6 | 2,53 | 2,44 | | | | 3/4 | 40 | 44 | 48 | | | 3/4 | 44 | 47 | 51 | | | |
| | 1400 | 1290 | 1270 | Greutate, kgf/m | 2,73 | 2,71 | 2,69 | | | Greutate, kgf/m | 3,48 | 3,47 | 3,46 | | | Greutate, kgf/m | 3,52 | 3,47 | 3,41 | | | |
| | | | | Adîncimea, m | 1390 | 1310 | 1200 | | | Adîncimea, m | 1560 | 1460 | 1320 | | | Adîncimea, m | 1790 | 1650 | 1460 | | | |
| | 43 | 40 | 36 | 7/8 | 38 | 35 | 33 | | | 1 | 28 | 27 | 25 | | | 1 | 27 | 25 | 23 | | | Greutate, kgf/m |
| | 48 | 52 | 57 | 3/4 | 43 | 40 | 36 | | | 7/8 | 32 | 30 | 28 | | | 7/8 | 29 | 27 | 25 | | | Adîncimea, m |
| | 2,1 | 2,08 | 2,04 | 2,6 | 2,53 | 2,44 | | | | 3/4 | 39 | 43 | 48 | | | 3/4 | 45 | 49 | 53 | | | |
| | 1200 | 1140 | 1060 | Greutate, kgf/m | 2,73 | 2,71 | 2,69 | | | Greutate, kgf/m | 4,14 | 4,08 | 4 | | | Greutate, kgf/m | 4,01 | 3,89 | 3,93 | | | |
| | | | | Adîncimea, m | 1390 | 1310 | 1200 | | | Adîncimea, m | 1470 | 1380 | 1270 | | | Adîncimea, m | 1650 | 1530 | 1400 | | | |
| | 49 | 45 | 40 | 7/8 | 43 | 40 | 36 | | | 1 | 33 | 30 | 27 | | | 1 | 29 | 26 | 24 | | | Greutate, kgf/m |
| | 57 | 60 | 64 | 3/4 | 52 | 48 | 43 | | | 7/8 | 36 | 34 | 31 | | | 7/8 | 31 | 29 | 27 | | | Adîncimea, m |
| | 2,78 | 2,74 | 2,71 | 2,6 | 2,73 | 2,71 | 2,69 | | | 3/4 | 3,3 | 3,23 | 3,16 | | | 3/4 | 3,52 | 3,5 | 3,47 | | | |
| | 1240 | 1180 | 1090 | Greutate, kgf/m | 1650 | 1560 | 1420 | | | Greutate, kgf/m | 1470 | 1400 | 1290 | | | Greutate, kgf/m | 1410 | 1350 | 1220 | | | |
| | | | | Adîncimea, m | 1840 | 1720 | 1570 | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | | | | | | |
| | 60 | 55 | 49 | 7/8 | 52 | 48 | 43 | | | 1 | 37 | 33 | 30 | | | 1 | 35 | 33 | 30 | | | Greutate, kgf/m |
| | 64 | 69 | 75 | 3/4 | 62 | 65 | 67 | | | 7/8 | 41 | 38 | 34 | | | 7/8 | 39 | 37 | 33 | | | Adîncimea, m |
| | 2,74 | 2,71 | 2,69 | 2,6 | 2,73 | 2,71 | 2,69 | | | 3/4 | 3,3 | 3,3 | 3,21 | | | 3/4 | 3,4 | 3,4 | 3,37 | | | |
| | 1230 | 1180 | 1090 | Greutate, kgf/m | 1650 | 1560 | 1420 | | | Greutate, kgf/m | 1320 | 1260 | 1170 | | | Greutate, kgf/m | 1470 | 1380 | 1270 | | | |
| | | | | Adîncimea, m | 1840 | 1720 | 1570 | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | | | | | | |
| | 70 | 63 | 56 | 7/8 | 60 | 56 | 51 | | | 1 | 42 | 38 | 34 | | | 1 | 40 | 37 | 33 | | | Greutate, kgf/m |
| | 30 | 37 | 44 | 3/4 | 12 | 20 | 28 | | | 7/8 | 46 | 42 | 38 | | | 7/8 | 44 | 41 | 38 | | | Adîncimea, m |
| | 2,22 | 2,18 | 2,12 | 2,6 | 3,52 | 3,43 | 3,32 | | | 3/4 | 3,52 | 3,43 | 3,32 | | | 3/4 | 3,53 | 3,53 | 3,53 | | | |
| | 920 | 890 | 840 | Greutate, kgf/m | 1170 | 1120 | 1060 | | | Greutate, kgf/m | 1160 | 1100 | 1020 | | | Greutate, kgf/m | 1280 | 1210 | 1110 | | | |
| | | | | Adîncimea, m | 3,68 | 3,5 | 890 | | | Adîncimea, m | 3,6 | 3,57 | 3,53 | | | Adîncimea, m | 3,55 | 3,53 | 3,5 | | | |
| | 80 | 72 | 63 | 7/8 | 55 | 50 | 45 | | | 1 | 49 | 44 | 40 | | | 1 | 47 | 41 | | | | Greutate, kgf/m |
| | 20 | 28 | 37 | 3/4 | 45 | 50 | 55 | | | 7/8 | 51 | 56 | 60 | | | 7/8 | 52 | 46 | | | | Adîncimea, m |
| | 2,29 | 2,24 | 2,18 | 2,6 | 2,87 | 2,82 | 2,78 | | | 3/4 | 3,69 | 3,65 | 3,6 | | | 3/4 | — | 1 | 13 | | | |
| | 810 | 780 | 740 | Greutate, kgf/m | 990 | 950 | 890 | | | Greutate, kgf/m | 930 | 900 | 840 | | | Greutate, kgf/m | 1070 | 1030 | 970 | | | |
| | | | | Adîncimea, m | 2,97 | 2,91 | 2,87 | | | Adîncimea, m | 4,47 | 4,35 | 4,22 | | | Adîncimea, m | 4,57 | 4,54 | 4,51 | | | |
| | 87 | 77 | 67 | 7/8 | 69 | 62 | 55 | | | 1 | 60 | 54 | 48 | | | 1 | 56 | 50 | 45 | | | Greutate, kgf/m |
| | 13 | 23 | 33 | 3/4 | 31 | 38 | 45 | | | 7/8 | 40 | 46 | 52 | | | 7/8 | 44 | 50 | 55 | | | Adîncimea, m |
| | 3,1 | 3,02 | 2,96 | 2,6 | 4,6 | 4,6 | 4,45 | | | 3/4 | 3,79 | 3,74 | 3,68 | | | 3/4 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | | | |
| | 660 | 640 | 610 | Greutate, kgf/m | 890 | 840 | | | | Greutate, kgf/m | 800 | 770 | 730 | | | Greutate, kgf/m | 1000 | 955 | 885 | | | |
| | | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | | | | | | Adîncimea, m | | | | | | |

TABELA 3

Caracteristicile ciclurilor de solicitări variabile

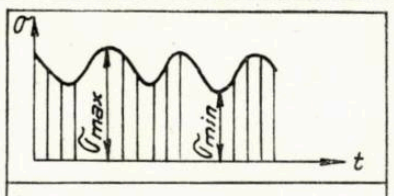
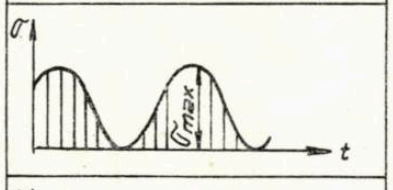
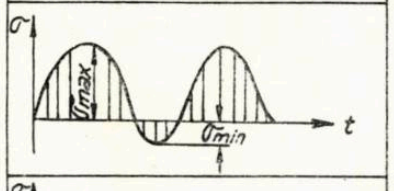
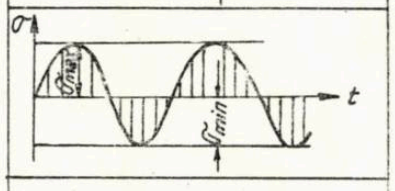
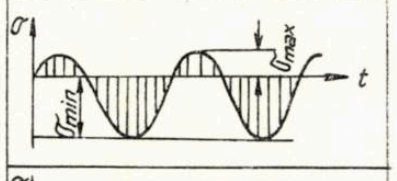
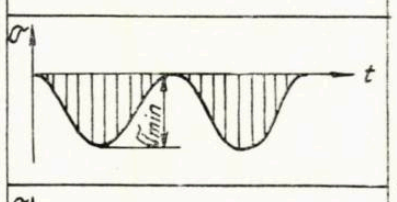
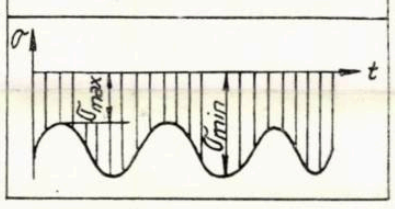
| Denumirea ciclului | Aspectul grafic al ciclului | Eforturile unitare maxime şi minime | Eforturile unitare medii şi de amplitudine | Coef. de asimetrie | Rez. la rupere | Observaţii |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oscilant pozitiv |  | $\sigma_{max} > 0$<br>$\sigma_{min} > 0$ | $\sigma_m > 0$<br>$\sigma_v \neq 0$ | $0 < r < 1$ | $\sigma_R$ | Apare în garnitura de prăjini în mişcare |
| Pulsator |  | $\sigma_{max} > 0$<br>$\sigma_{min} = 0$ | $\sigma_m = \sigma_v = \frac{1}{2}\sigma_{max}$ | $r = 0$ | $\sigma_0$ | Apare în secţiunea de deasupra pistonului dacă se neglijează forţa de frecare şi inerţie |
| Alternant |  | $\sigma_{max} > 0$<br>$\sigma_{min} < 0$<br>$\sigma_{max} > \lvert\sigma_{min}\rvert$ | $\sigma_m > 0$<br>$\sigma_v \neq 0$ | $-1 < r < 0$ | $\sigma_R$ | Apare în secţiunea inferioară a garniturii în cazul real de funcţionare |
| Alternant simetric |  | $\sigma_{max} = -\sigma_{min}$<br>$\sigma_{max} > 0$<br>$\sigma_{min} < 0$ | $\sigma_m = 0$<br>$\sigma_v = \sigma_{max}$ | $r = -1$ | $\sigma_{-1}$ | Apare rareori în garnitura de prăjini de pompare |
| Alternant |  | $\sigma_{max} > 0$<br>$\sigma_{min} < 0$<br>$\sigma_{max} < \lvert\sigma_{min}\rvert$ | $\sigma_m < 0$<br>$\sigma_v \neq 0$ | $-\infty < r < -1$ | $\sigma_R$ | — |
| Pulsator |  | $\sigma_{max} = 0$<br>$\sigma_{min} = 0$ | $\sigma_m = \frac{1}{2}\sigma_{min}$<br>$\sigma_v = \left\lvert\frac{1}{2}\min\right\rvert$ | $r = \pm\infty$ | $\sigma_0$ | — |
| Oscilant negativ |  | $\sigma_{max} < 0$<br>$\sigma_{min} < 0$ | $\sigma_m = 0$<br>$\sigma_v \neq 0$ | $1 < r < \infty$ | $\sigma_R$ | — |

TABELA 4

Metode de dimensionare a prăjinilor la solicitări variabile *

| | Metode bazate pe coeficientul de siguranţă la solicitări variabile | | |
|---|---|---|---|
| | Coeficienţi de siguranţă egali în secţiunea superioară a fiecărui tronson | Coeficienţi de siguranţă admişi arbitrar pentru partea superioară a primelor $n-1$ tronsoane | Coeficienţii de siguranţă variază după o lege oarecare crescînd către partea inferioară |
| Principiul metodei | $C_{v_{i-1}} = C_{v_i}$ ; $i = 1 \ldots n$ | $C_{v_i} = C_{v_o}$ ; $i = 1, \ldots (n-1)$ | $C_{v_i} < C_{v_{i-1}}$ ; $i = 2 \ldots n$ |
| Relaţii de calcul pentru coeficienţii de siguranţă | $\frac{S_{i-1}\ \sigma_0\sigma_r}{[(2\sigma_r - \sigma_0)\ B + \sigma_0 A]\ \sum_1^{i-1} l_i q_i + 2\sigma_r \emptyset L} =$<br>$= \frac{S_i\ \sigma_0\sigma_r}{[(2\sigma_r - \sigma_0)\ B + \sigma_0 A]\ \sum_1^{i-1} l_i q_i + 2\sigma_r \emptyset L}$ | $C_{v_i} = \frac{S_i\ \sigma_0\sigma_r}{[(2\sigma_r - \sigma_0)B + \sigma_0 A]\ \sum_1^{i-1} l_i q_i + 2\sigma_r \emptyset L} = C_0$ | $\frac{2\sigma_r - \sigma_0}{\sigma_0}\sigma_{v_i} + \sigma_{m_i} = \frac{\sigma_r}{c_{v_i}}$<br>$i = 1, \ldots n,$ |
| Lungimea tronsonului inferior | $l_1 = \frac{1 - X.Z}{1 + Y} \cdot L$ | $l_1 = \frac{1}{q_1}\left(W\frac{S_1}{C_0} - ZL\right)$ | $l_1 = \frac{1}{q_1}(W\frac{S_1}{C_{v_i}} - ZL)$ |
| Lungimea tronsoanelor curente | $l_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{S_1\ q_i} \cdot \frac{q_1 + Z}{1 + Y} L$<br>$i = 2, \ldots n$ | $l_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{q_i} \cdot \frac{1}{C_0} W$<br>$i = 2, \ldots, n-1$<br>$l_n = L - \sum_1^{n-1} l_i$ | $l_i = \frac{1}{q_i}\left(\frac{S_i}{C_{v_i}} - \frac{S_{i-1}}{C_{v_{i-1}}}\right) W$<br>$i = 2, \ldots, n$ |
| Expresiile unor parametri ajutători | $A = b + 0{,}5\ [f(1-b) + m_a - m_d]$<br>$B = 0{,}5\ [f(1+b) + m_a + m_d]$<br>$\emptyset = \frac{\gamma F}{2}$ | $X = \sum_{i=2}^{i=n} \frac{S_i - S_{i-1}}{S_1 \cdot q_i}$<br>$Y = q_1 x$ | $Z = \frac{2\emptyset W}{\sigma_0}$<br>$W = \frac{\sigma_0\sigma_r}{\sigma_0 A + (2\sigma_r - \sigma_0)B}$ |
| Observaţii | Din mai multe combinaţii se poate alege garnitura cea mai uşoară pentru care valoarea coeficientului de siguranţă este mai mare decît cel admisibil. | Se obţine un consum minim de metal | Se asigură o protecţie sporită pentru tronsoanele inferioare de garnituri |

* Nu s-a inclus metoda care foloseşte relaţiile de transformare a ciclului asimetric în ciclu simetric.

## ANEXĂ

### EXEMPLU DE CALCUL

Se consideră următoarele date :
— adîncimea de pompare 1 400 m;
— tipul și dimensiunea pompei TB 2 7/8 × 2 1/4 in;
— lungimea cursei 3 m;
— numărul de curse pe minut 10:
— garnitura de prăjini compusă din 1 + 7/8 in (prăjini de pompare din grupa I);
— greutatea specifică a fluidului pompat 1 kgf/dm³;
— $\frac{rm}{1}$ 0,406.

*CALCULUL LUNGIMII TRONSOANELOR*

$$m_{asc} = \frac{3 \cdot 10^2}{1\,790}(1 + 0{,}406) = 0{,}236$$

$$m_{desc} = \frac{3 \cdot 10^2}{1\,790}(1 - 0{,}406) = 0{,}0995$$

$$b = 1 - \frac{1}{7{,}85} = 0{,}872 \text{ kgf/dm}^3$$

$$\xi = 0{,}872 + \frac{1}{2}(0{,}236 - 0{,}0868 + 0{,}0102) = 0{,}952$$

$$\psi = \frac{1}{2}(0{,}236 + 0{,}868 + 0{,}14976) = 0{,}2363$$

$$\varnothing = \frac{\widetilde{II}}{8} \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 57^2 \cdot 10^{-6} = 1{,}275$$

$$A = \frac{2 \cdot 6950 \cdot 1{,}275}{2\,940 \cdot 0{,}0952 + (13\,900 - 2\,940)\,0{,}236} = 3{,}3$$

$$X = 0{,}072 \text{ m/kgf} \quad Y = 0{,}231$$

$$l_1 = \frac{1 - 3{,}3 \cdot 0{,}072}{1 + 0{,}231} \cdot 1\,400 = 867 \text{ m}$$

$$l_2 = 0{,}07186 \cdot \frac{3{,}22 + 3{,}3}{1{,}231} \cdot 1\,400 = 533 \text{ m}$$

*CALCULUL COEFICIENȚILOR DE SIGURANȚĂ*

$$P_{p_{7/8}} = 867 \cdot 3{,}22 = 2\,790 \text{ kgf}$$

$$P_{p_1} = 2\,790 + 533 \cdot 4{,}16 = 5\,010 \text{ kgf}$$

$$P_{l_0} = (0{,}255 - 0{,}0378) \cdot 1\,400 \cdot 1 \cdot 10 = 3\,040 \text{ kgf}$$

$$\sigma_{max_{7/8}} = \frac{(0{,}872 + 0{,}08 + 0{,}236)\,2\,790 + 3\,040)}{3{,}78} =$$

$$= 1\,680 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{max_1} = \frac{(0{,}872 + 0{,}08 + 0{,}236)\,5\,010 + 3\,040}{4{,}91} =$$

$$= 1\,835 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min_{7/8}} = \frac{0{,}872\,(1 - 0{,}0995 - 0{,}08)\,2\,790}{3{,}78} =$$

$$= 527 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min_1} = \frac{0{,}872\,(1 - 0{,}0995 - 0{,}08)\,5\,010}{4{,}91} = 730 \text{ kgf/cm}^2$$

$$r_{7/8} = \frac{527}{1\,680} = 0{,}314$$

$$r_1 = \frac{730}{1\,835} = 0{,}398$$

$$\sigma_{med_{7/8}} = \frac{1\,680 + 527}{2} = 1\,104 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{med_1} = \frac{1\,835 + 730}{2} = 1\,283 \text{ kgf/cm}^2$$

$$C_{v_{7/8}} = \frac{2 \cdot 6\,950 \cdot 1\,800}{1\,680\,(6\,950 + 1\,800) - 527(6\,950 - 1\,800)} = 2{,}09$$

$$C_{v_i} = \frac{2 \cdot 6\,950 \cdot 1\,800}{1\,835\,(6\,950 + 1\,800) - 730\,(6\,950 - 1\,800)} = 2{,}04$$

BIBLIOGRAFIE


1. Eftimescu, P. și Brătianu, R. Îmbunătățirea tehnologiei de fabricație și de exploatare a pieselor de pompă tip ,,P'' și a prăjinilor de pompare. Ac. 18.22.3/1962. Fond ICFF.
2. Faerman, I. L. Tijele pentru pompele de adîncime AZNII Bacu 1955.
3. Eftimescu, P. și Brătianu, R. Urmărirea comportării utilajului folosit în extracția țițeiului cu propuneri de îmbunătățire pentru pompe de extracție și prăjini de pompare. Problema VIII—4/1966. Fond ICFE.
4. Eftimescu, P., Cîmpeanu, O. și Brătianu, R. Urmărirea fabricației și comportării pieselor de pompă de tip ,,P'' și a prăjinilor de pompare. Ac. 18.22.1./1967. Fond ICFE.
5. * * * Sucker rod hand book Bethlehem Steel Company.
6. Ioachim, G. Extracția petrolului și a gazelor. Ediția a II-a. Ed. tehnică, București, 1965.
7. Buzdugan, Gh. Calculul de rezistență la solicitări variabile. Ed. tehnică, București.
8. Ponomoriov, I. D. ș.a. Calculul de rezistență în construcția de mașini, **III**. Traducere din limba rusă. Ed. tehnică, București, 1964.
9. Rischmuller, H. și Boley, M. Pumpgestange inder Erdölförderung Schoellen Bleckmann Stahlwerke A. G. 1971.
10. Brătianu, R. și Petre, N. Stabilirea echipamentului optim de pompare cu prăjini pentru diferite condiții de exploatare. Tema 40 g 1972, ICPTG—Cîmpina.
11. Dragotescu, N,, Popescu, P. și Bodnărescu, D. Considerații asupra corelării statice a caracteristicilor mecanice de rezistență pentru oțelurile din care sînt confecționate prăjinile de pompare. Al 8-lea Congres mondial al petrolului, Moscova, 1971.

**NOTAȚII**

$b$ — factor de plutire;
$f$ — coeficient de frecare = 0,08;
$l$ — lungimea bielei, m;
$l_1$ ; $l_i$ — lungimea tronsonului inferior și a tronsoanelor curente, $m$;
$m_{asc}$ — factorul dinamic la cursa ascendentă;
$m_{esc}$ — factorul dinamic la cursa descendentă;
$n$ — numărul de curse/min;
$q_1$ ; $q_i$ — greutatea unitară a prăjinilor din tronsonul inferior și curent, kgf/m;
$r$ — coeficientul de asimetrie;
$r_m$ — lungimea manivelei, m;
$A$ — coeficient adimensional;
$C$ — lungimea cursei la prăjina lustruită, m;
$C_v$ — coeficientul de siguranță la solicitări variabile;
$D$ — diametrul pistonului, m;
$H$ — adîncimea de fixare a pompei, m;
$P_{1_0}$ — greutatea lichidului pe secțiunea netă a pistonului (secțiunea pistonului minus secțiunea prăjinilor din tronsonul inferior), kgf;
$P_{max}$ — sarcina maximă la balansierul unității de pompare, kgf;
$P_p$ — greutatea prăjinilor în aer, kgf;
$P_{min}$ — sarcina minimă la balansierul unității de pompare, kgf;
$S_1$ ; $S_i$ — secțiunea prăjinilor tronsonului inferior și al tronsoanelor curente, cm²;
$S_s$ — secțiunea prăjinilor tronsonului superior, cm²;
$X$ ; Y — parametrii caracteristici unei combinații de prăjini de pompare, m/kgf; adimensional;
$\gamma_1$ — greutatea specifică a lichidului pompat = = 1 kgf/dm³;
$\gamma_0$ — greutatea specifică a oțelului = 7,85 kgf/ /dm³;
$\xi$ $\psi$ — coeficienți adimensionali;
$\sigma_{max}$ ; $\sigma_{min}$ ; $\sigma_{med}$ — efortul unitar maxim; minim și mediu, kgf/cm²;
$\sigma_{max_L}$ — efortul unitar maxim al ciclului de solicitări variabile, kgf/cm²;
$\sigma_0$ — rezistența la oboseală a ciclului pulsator, kgf/cm²;
$\sigma_r$ — rezistența la rupere, kgf/cm²;
$\sigma_1$ — rezistența la oboseală a ciclului simetric; kgf/cm²;
$\varnothing$ — coeficient dependent de diametrul pistonului și de greutatea specifică a lichidului, kgf/m.

# NOTE TEHNICE

**ACTIVITATEA INDUSTRIEI DE PETROL ÎN FRANȚA ÎN 1972**

Producția internă de țiței a Franței a fost de 1,5 mil. t, la care se adaugă extracția de hidrocarburi lichide obținute din gazele naturale, circa 0,6 mil. t, totalizînd 2,1 mil. t. Prin import rafinăriile franceze au procurat 118,2 mil. t țiței, plus 9 mil. t produse petroliere. Din totalul de 129,3 mil. t circa 15 mil. t au fost exportate, iar restul a acoperit consumul intern, plus pierderile de fabricație.

**Forajele de explorare** (cifre provizorii) au însumat 637 000 m, din care 445 000 m au fost forați de către societățile petroliere franceze, cu utilajul propriu, aproape în totalitate în afara Franței (numai 51 000 în Franța). La aceștia se adaugă 192 000 m forați de operatori străini pentru societățile franceze, totalul forajelor franceze însumînd 637 000 m.

**Prelucrarea țițeiului**. În 1972, cele 23 de rafinării din Franța (există 24 de rafinării) au prelucrat 119 959 mil. t țiței, fabricînd 110,5 mil. t produse petroliere (diferența reprezintă pierderi de fabricație și consum propriu). Capacitatea de prelucrare a celor 23 de rafinării însumează 144,910 mil. t, astfel că utilizarea capacității a fost de 83%. Țițeiul (cu excepția a 1,482 mil. t produse în interior) a fost procurat prin import, în special din Orientul Mijlociu (77,573 mil. t) și din Africa (37,118 mil. t).

**Producția de gaze naturale în Franța** a fost de 10 900 mil.m³ (dintre care numai 7 517 mil. m³ comercializabile, restul fiind prelucrate și pierderi). S-au extras 637 000 t hidrocarburi lichide și 1 730 000 t sulf.

**Consumul intern de produse petroliere** a fost de 99,289 mil. t, plus fabricarea a 1 935 000 t negru de fum (la care se adaugă 2 929 000 t negru de fum importat).

**Consumul de gaze naturale** s-a ridicat la 13 500 mil. termi, din care 70 mil. termi producție proprie, iar restul importat din Algeria. Stocurile la 31.12.1972 au fost de 54,3 mil. m³ țiței și produse petroliere.

**Primul sistem dual de calculator de proces pentru automatizarea în rafinării.**

Mobil Oil AG a pus recent în funcțiune la rafinăria din Wörth pe Rin (la vest de Karlsruhe) o instalație dual de calculator electronic, compusă din două calculatoare de proces Siemens 300. Prin dotarea cu acest calculator dual rafinăria Wörth este prima rafinărie în R.F. Germania și în Europa de Vest în care procesele de producție vor fi conduse și optimizate automat.

Cele două calculatoare interconectate colectează datele, le prelucrează și dirijează procesele de producție. Cu ajutorul acestui calculator se pot face un control numeric multiplu al diferitelor procese fizice și chimice, precum și o fixare și dirijare a valorilor de referință.

Calculatorul numeric primar (tip Siemens 304) este aranjat să ceară informații de la circa 800 de puncte de măsurare și să regleze circa 200 de circuite de reglare, fiind în legătură cu trei pupitre de comandă. Cel de-al doilea calculator (tip Siemens 305), în direct schimb cu date cu calculatorul primar, servește la optimizare și conducere.

Pentru ambele calculatoare programele de lucru au fost elaborate de rafinărie în colaborare cu firma furnizoare Siemens din Karlsruhe. Fiecare calculator dispune de o capacitate de memorizare de 16 k-cuvinte. Calculatorul Siemens 304 este conectat pentru informațiile externe la un dispozitiv de memorizare cu tambur pentru 64 k-cuvinte, iar calculatorul Siemens 305, la un dispozitiv de 256 k-cuvinte.

Mijloacele de bază pentru măsurare, executate tot de firma Siemens, cuprind, între altele, peste 200 de regulatoare electronice tip Teleperm M800, cu aparatura de dirijare calculator/ regulator. În cazul defectării reglării multiple numerice se trece automat pe sistemul analog de reglare, care stă totdeauna gata pentru intervenție la caz de nevoie.

# EMULSIILE APĂ-ȚIȚEI CA FLUIDE NENEWTONIENE. STUDIU REOLOGIC EXPERIMENTAL*).II

I. Stanciu

## III. Principalii factori care influențează comportarea reologică a emulsiilor apă-țiței

În cele expuse au fost prezentați factorii care exercită influență asupra proprietăților reologice ale emulsiilor. Pe baza experimentelor efectuate se poate conchide că o influență substanțială asupra alurei curbelor reologice ale emulsiilor apă-țiței o exercită următorii factori: concentrația volumetrică de apă, temperatura și gradul de dispersie al apei în emulsie. În cele ce urmează se încearcă să se clarifice influența cantitativă a fiecăruia dintre factorii principali sus-menționați.

### 1. *Influența concentrației volumetrice a fazei disperse*

Din experimentele efectuate pînă în prezent la viteze mici de curgere [13—15] se cunoaște că viscozitatea efectivă a emulsiilor apă-țiței crește pe măsura creșterii conținutului volumetric de apă pînă la o anumită valoare și apoi scade brusc. Prin experimentele de față autorul a urmărit determinarea comportării reologice a emulsiilor cu diverse concentrații de apă, în condițiile menținerii aproximativ constante a celorlalți factori principali. Temperatura a fost menținută constantă cu ajutorul unui termostat.

Pentru ca gradul de dispersie să varieze într-un diapazon cît mai îngust posibil, conform [5], s-a folosit aceeași metodă de pregătire a probelor de emulsii.

Pentru emulsiile cercetate, alura curbelor $\eta = v\ (\psi)$ din figura 6, pentru viteze mici de curgere, este similară cu cea a curbelor cunoscute din lucrările anterioare [13, 14]. La creșterea concentrației de apă viscozitatea efectivă a emulsiei crește, panta curbelor crescînd rapid pentru $\psi > 40-45\%$. Conform celor expuse, creșterea viscozității emulsiei la creșterea $\psi$ se explică prin creșterea interacțiunii particulelor disperse ca rezultat al micșorării distanței dintre centrele lor și a creării mai multor puncte de contact.

Pentru emulsia apă-țiței *B*, viscozitatea maximă corespunde unei concentrații de apă cuprinsă între 60 și 65%, iar în cazul emulsiei apă-țiței A maximum de viscozitate corespunde concentrației de aproximativ 68% apă.

La cercetarea emulsiilor s-a observat că între valoarea concentrației de apă care determină maximum de viscozitate și fenomenul de inversare a emulsiilor există o legătură strînsă; o creștere de cîteva procente a concentrației

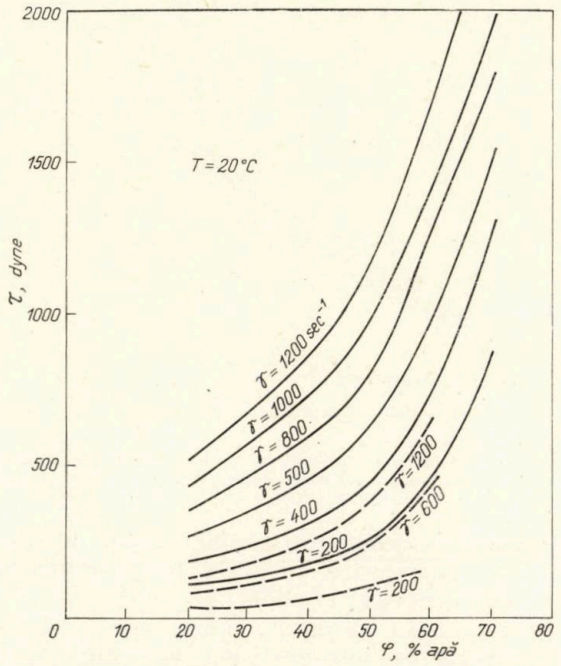



Fig. 5. Variația tensiunii tangențiale $\tau$ în funcție de concentrația apei în emulsie, pentru diferiți gradienți ai vitezei de curgere $\gamma$ și temperatură constantă (T=20°C):
emulsii apă-țiței *A*; – – – emulsii apă-țiței *B*.

de apă peste valoarea ce determină viscozitatea maximă conduce la inversarea emulsiei de tip apă-țiței în emulsie țiței-apă. Din observațiile microscopice rezultă că inversarea se produce după schema Schulman-Cockbain [5], iar din alura curbelor rezultă că fenomenul este urmat de o scădere bruscă a viscozității.

Conform [5], teoretic, inversarea fazelor ar trebui să aibă loc la o valoare a concentrației fazei disperse $\varphi \cong 74\%$ (în ipoteza existenței unor particule disperse unidimensionale și nedeformabile). Valorile concentrației de apă la care s-a produs însă inversarea emulsiilor cercetate nu corespund celei teoretice. Aceasta dovedește faptul că asupra fenomenului de inversare influențează nu numai raportul volumetric al celor două faze, ci și alți factori, ca: natura și cantitatea emulgatorului, temperatura, gra-

*) Prima parte a articolului a apărut în nr. 5/1973.

dul de dispersie şi însăşi dinamica procesului de emulsionare.

În hidrodinamică prezintă interes determinarea alurei curbelor $\eta = v(\varphi)$ şi pentru viteze de curgere mai mari decît cele la care se referă

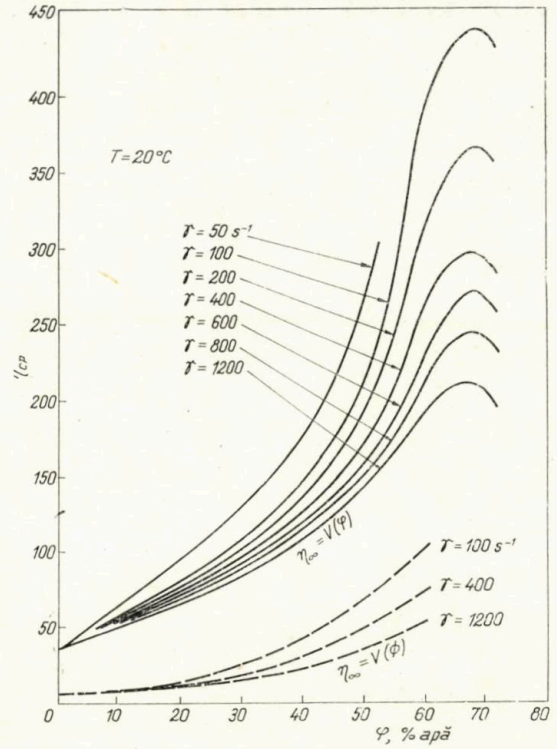



Fig. 6. Variaţia viscozităţii emulsiei în funcţie de concentraţia în apă, pentru diferiţi gradienţi ai vitezei de curgere $\gamma$ şi temperatură constantă (T = 20°C): ——— emulsii apă-ţiţei $A$; – – – emulsii apă-ţiţei $B$.

experimentele prezentate pînă acum în literatura de specialitate. De aceea în prezenta lucrare sînt trasate curbele $\eta = v(\varphi)$ şi $\tau = w(\varphi)$ pentru diferite valori ale gradientului vitezei de curgere pînă la valoarea de 1 200 $s^{-1}$. Din figura 6 se vede că nu este vorba de o schimbare a tipului de dependenţă funcţională. Totuşi, pe măsura creşterii gradientului de viteză, curbele $\eta = v(\varphi)$ se aplatisează pentru valorile lui $\varphi$ ce determină maximum de viscozitate şi se deplasează spre valori mai mici ale viscozităţii efective, pînă la o curbă-limită $\eta_\infty = v(\varphi)$, corespunzătoare gradientului de viteză de aproximativ 1 200 $s^{-1}$.

La creşterea în continuare a gradientului de viteză valorile viscozităţilor corespunzătoare emulsiilor de diferite concentraţii în faza dispersă se înscriu tot pe curba $\eta_\infty = v(\varphi)$.

2. *Influenţa temperaturii*

Problema influenţei temperaturii asupra proprietăţilor reologice ale emulsiilor în general, după cum se subliniază şi în [5], este puţin studiată.

Despre emulsiile apă-ţiţei există unele informaţii [12], dar experimentele sînt limitate la gradienţi de viteze mici, pînă la 6,9 $s^{-1}$. Din [12] şi experimentele efectuate de autor rezultă că temperatura poate influenţa în mare măsură asupra reologiei emulsiei. Se ştie că, în mod obişnuit, ridicarea temperaturii are drept efect dizolvarea particulelor solide (răşini, parafină etc.) în ţiţei, reducerea tensiunii interfaciale dintre faze şi a viscozităţii mediului de dispersie. Observaţiile microscopice asupra emulsiilor studiate au pus în evidenţă, de asemenea, faptul că ridicarea temperaturii duce la aglomerarea particulelor de apă în particule mai mari, probabil ca rezultat al intensificării mişcării termice. De exemplu prin ridicarea temperaturii de la 20 la 40°C, diametrul particulelor de apă din emulsia 40% apă-ţiţei $B$ a crescut de la $\simeq 24$ microni la 70 microni, iar cel al particulelor de apă în emulsia 40% apă-ţiţei $A$ de la 3—4 microni la $\approx 8$ microni.

Modificarea substanţială a proprietăţilor fizice menţionate ca rezultat al creşterii temperaturii are drept efect o reducere importantă a viscozităţii emulsiei, ceea ce este confirmat experimental prin alura curbelor $\eta = f(t)$ în condiţiile constantei concentraţiei de apă $\varphi$ şi avariaţiei vitezei de curgere, (fig. 7). Din figura 7 se vede că la ridicarea temperaturii de la 20 la 60°C, în condiţiile unei curgeri cu o viteză relativ ridicată (de exemplu la un gradient $\gamma = 400$ $s^{-1}$), emulsiile cu o concentraţie ridicată de apă îşi reduc cu cîteva ori viscozitatea efectivă. (de 7 ori emulsia apă-ţiţei $A$ şi de 5 ori emulsia apă-ţiţei $B$). Ca urmare a reducerii viscozităţii se reduce proporţional şi tensiunea tangenţială $\tau$. Din figura 8 rezultă că în condiţiile unui gradient de viteză de 800 $s^{-1}$ tensiunea tangenţială $\tau$, necesară asigurării curgerii, se

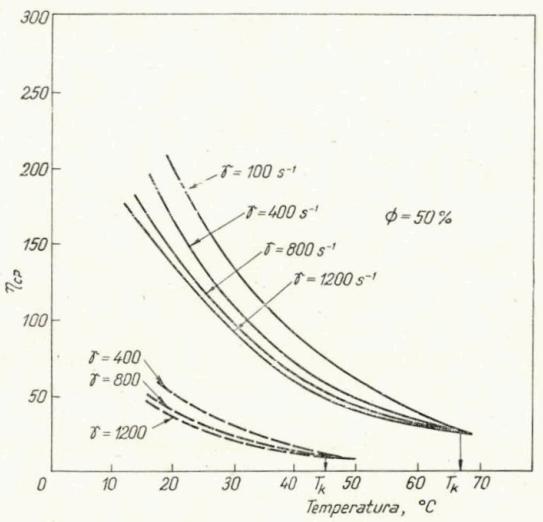



Fig. 7. Variaţia viscozităţii emulsiilor apă—ţiţei în funcţie de temperatură pentru o concentraţie de apă $\varphi = 50\%$ şi diferiţi gradienţi de viteză: ——— emulsii apă—ţiţei $A$; – – – emulsii apă—ţiţei $B$.

reduce pentru emulsia 50% apă-ţiţei $A$ de 5 ori, iar pentru emulsia 50% apă-ţiţei $B$ de circa 4 ori, cînd temperatura creşte de la 20 la 60°C.

Reducerea substanţială a tensiunii tangenţiale necesară curgerii la temperaturi de 50—60°C

prezintă o mare importanţă practică întrucît aceasta determină o reducere corespunzătoare a energiei necesară a fi cheltuită pentru curgerea emulsiilor prin conducte.

Curbele experimentale $\eta = f(t)$ de tipul celor din figura 7 permit a conchide că orice emulsie

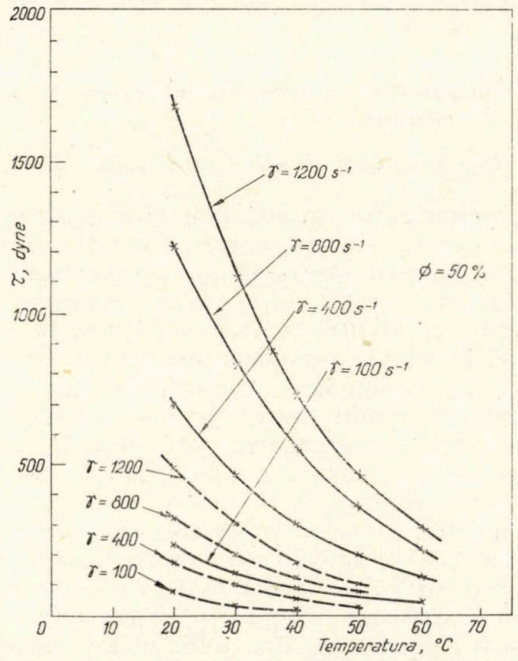



Fig. 8. Variaţia tensiunii tangenţiale $\tau$ în funcţie de temperatură pentru emulsii cu o concentraţie de 50 % apă şi diferiţi gradienţi ai vitezei de curgere $\gamma$: ——— emulsie apă-ţiţei A; — — — emulsie apă-ţiţei B.

apă-ţiţei are o anumită temperatură deasupra căreia aceasta se comportă ca un lichid newtonian. Această temperatură se numeşte convenţial temperatura critică. Din figura 7 se observă, de exemplu, că toate curbele $\eta = f(t)$, trasate pentru $\varphi = 50\%$ şi diverşi gradienţi de viteză, începînd de la o anumită valoare a temperaturii (temperatura critică) se înscriu pe o curbă comună, deci viscozitatea nu mai depinde funcţional de viteza de curgere.

În mod similar, au fost determinate temperaturile critice pentru emulsiile apă-ţiţei *B*, cu concentraţii de apă de la 20 la 60 % şi pentru emulsiile apă-ţiţei *A*, cu concentraţii de apă pînă la 40 %. Punctat, prin extrapolarea curbelor, au fost determinate temperaturile critice corespunzătoare emulsiilor apă-ţiţei *A* cu concentraţii de 50, 60 şi 70 % apă (fig. 9). De remarcat că deasupra temperaturii critice viscozitatea emulsiei scade practic foarte puţin.

Analiza determinărilor experimentale a temperaturilor critice ale emulsiilor prezentate în figura 9 permite să se tragă următoarele concluzii :

a) Pentru o aceeaşi concentraţie de apă $\varphi$ temperaturile critice ale emulsiilor apă-ţiţei *A* sînt superioare temperaturilor critice ale emulsiilor apă-ţiţei *B*. Deosebirea principală dintre cele două ţiţeiuri constă în conţinutul de fracţiuni grele. Se poate deci afirma că, cu cît conţinutul de hidrocarburi grele în ţiţei este mai ridicat cu atît va fi mai ridicată temperatura critică a emulsiei formate.

b) Temperatura critică a unei emulsii este o funcţie de concentraţia volumetrică a fazei disperse $\varphi$; la creşterea procentului de apă în emulsie temperatura critică a emulsiei apă-ţiţei creşte (fig. 9). De exemplu, emulsia 20 % apă-ţiţei *A* se comportă ca fluid newtonian deja la circa 52°C; mărind însă procentul de apă la 50 %, emulsia devine fluid newtonian numai la o temperatură de aproximativ 68—70°C. Pentru emulsia apă-ţiţei *B* la o variaţie a concentraţiei de apă de la 20 la 60 %, temperatura critică variază de la circa 35 la $\simeq$50°C.

c) Existenţa temperaturii critice la emulsiile apă-ţiţei prezintă o mare importanţă practică. De exemplu, în cazul pompelor centrifuge submersibile, dacă temperatura emulsiei ce trece prin pompă este superioară celei critice, atunci problema determinării caracteristicii de lucru a pompei se simplifică foarte mult. În acest caz, emulsia comportîndu-se ca un fluid newtonian, pentru calculul caracteristicii se pot aplica procedeele obişnuite de conectare a caracteristicii pompei lucrînd cu apă şi de determinare a caracteristicii pompei cînd aceasta lucrează cu un fluid newtonian de o anumită viscozitate.

### 3. *Influenţa gradului de dispersie*

În cea mai mare parte a lucrărilor publicate în literatura de specialitate nu se dau informaţii privind gradul de dispersie al emulsiilor stu-

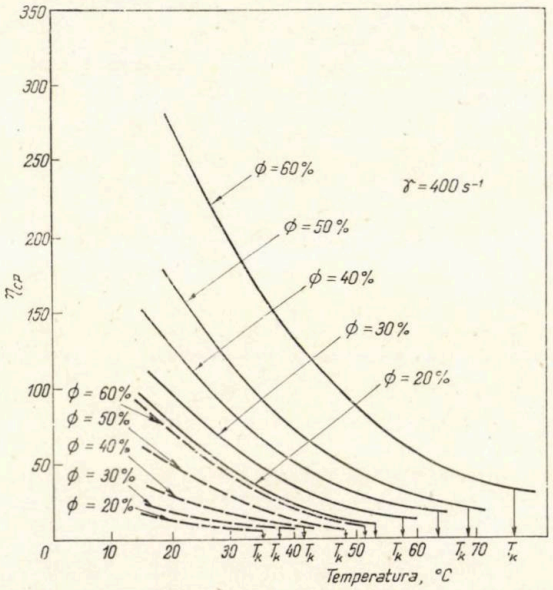



Fig. 9. Variaţia viscozităţii emulsiilor apă-ţiţei de diferite concentraţii de apă $\varphi$, în funcţie de temperatură. Dependenţa temperaturii critice a emulsiilor de concentraţie în faza dispersă $\varphi$.

diate. Cîteva date pot fi găsite numai în lucrările lui Leviton şi Leighton (1936), Richardson (1953) şi Sherman (1960).

Astfel, Leviton şi Leighton au găsit că viscozitatea emulsiilor puţin concentrate de tip

U—A nu se schimbă cînd diametrul particulelor se micşorează de la $\simeq 3$ la 0,7 microni.

Richardson, studiind emulsiile de tip U—A concentrate ($\varphi \simeq 75\%$), a găsit că viscozitatea emulsiilor cu structură distrusă $\eta_\infty$ este proporţională cu inversul diametrului mediu al particulelor $d$, iar produsul $\eta_\infty \cdot d$ nu se schimbă dacă dimensiunile variază puţin în jurul diametrului mediu.

Sherman a stabilit că diametrul particulelor fazei disperse exercită o mare influenţă asupra emulsiilor stabilizate cu emulgatori neionici, în cazul în care diametrul mediu este $<2$ microni. Intervalul cercetat de variaţie a diametrului mediu este însă îngust $\simeq 1-4$ microni.

Pentru a pune în evidenţă influenţa gradului de dispersie asupra viscozităţii emulsiilor apă-ţiţei s-a încercat să se pregătească emulsii de aceeaşi concentraţie, dar cu diferite grade de dispersie, prin variaţia intensităţii de agitaţie a emulsiilor. Diametrul mediu obţinut astfel varia într-un interval destul de îngust.

De aceea o diferenţiere mai mare a dimensiunilor particulelor s-a obţinut prin variaţia temperaturii emulsiilor ce aveau deja diametrul mediu mai mare. Asupra viscozităţii emulsiei cu particule mărite în acest fel se exercită deci şi efectul creşterii temperaturii. Efectul temperaturii asupra viscozităţii emulsiei poate fi însă anihilat în mare măsură recurgîndu-se la

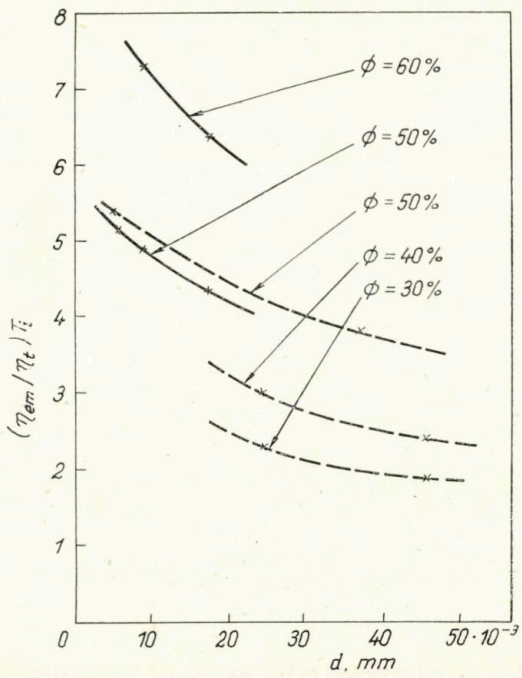



Fig. 10. Variaţia viscozităţii relative a emulsiilor apă-ţiţei în funcţie de gradul de dispersie ($d$) al particulelor de apă, pentru diferite concentraţii de fază dispersă $\varphi$ şi un gradient de viteză ridicat ($\gamma = 1200\ s^{-1}$).

reprezentarea grafică a viscozităţii relative a emulsiei (raportul dintre viscozitatea emulsiei şi viscozitatea ţiţeiului, la aceeaşi temperatură), întrucît experimental s-a observat că atît viscozitatea emulsiilor, cît şi a ţiţeiului se reduc aproximativ în aceeaşi măsură la ridicarea temperaturii.

Astfel, din figura 10 se observă că viscozitatea emulsiei este o funcţie şi de gradul de dispersie, şi anume: cu cît diametrul mediu al particulelor este mai mic, cu atît emulsia este mai viscoasă.

## IV. Comportarea emulsiilor apă-ţiţei la viteze mari de curgere

### 1. *Determinarea gradientului critic de viteză*

În hidrodinamica emulsiilor există cazuri practice în care viteza de curgere a acestor lichide, care în condiţii obişnuite au comportare anomalică, să atingă valori foarte ridicate. De exemplu, gradientul vitezei de curgere în canalele de lucru ale pompelor centrifuge submersibile, în domeniul caracteristicii de lucru, se ridică la valori destul de mari, situîndu-se peste 1 000 $s^{-1}$ (gradientul de viteză la ieşirea din roata de lucru a pompei ETN5—80). Se pune problema dacă la viteze de curgere de ordinul celor menţionate emulsiile îşi păstrează proprietăţile de sisteme nenewtoniene sau, datorită gradienţilor de viteză mari, structura agregativă se distruge complet şi curgerea emulsiei poate fi considerată, din punctul de vedere al viscozităţii, analoagă lichidului clasic newtonian.

Din literatura de specialitate [4] se ştie că viscozitatea sistemelor pseudoplastice scade la creşterea gradientului de viteză pînă la o anumită valoare, după care aceasta rămîne constantă. În cadrul teoriei reologice Deriaghin-Landau-Wervey-Overbek s-a stabilit o formulă analitică pentru determinarea aşa-zisei viteze critice de curgere a sistemelor pseudoplastice.

$$V_k = \frac{A}{18\pi\eta D l_0^2 \sin(2\alpha_k)}, \qquad (7)$$

în care:

- $A$ este constanta London—Van-der-Waals;
- $\eta$ — viscozitatea mediului de dispersie;
- $D$ — diametrul mediu al picăturilor fazei disperse;
- $l_0$ — distanţa medie dintre centrele picăturilor;
- $\alpha_k$ — unghiul critic dintre dreapta ce uneşte centrele a două picături şi direcţia de curgere ($\alpha_k = 30°$).

Valorile vitezei $V_k$ calculate după [7] se deosebesc mult de valorile obţinute din cele cîteva experimente (5, 6), întrucît în formula (7) se ignoră deformaţia picăturilor şi caracterul lor pluridimensional. Numărul experimentelor efectuate pe emulsii în general, la viteze mari de curgere, este destul de redus şi nu permite o imagine asupra mărimii vitezei critice. Date experimentale privind curgerea emulsiilor apă-ţiţei la valori ale gradienţilor

de viteză ridicați nu au fost întîlnite în literatura de specialitate.

Experimentele efectuate de autor permit determinarea mărimilor gradienților critici ai vitezei de curgere a emulsiei apă—țiței, precum și a factorilor care influențează aceste valori.

Din figurile 2, 4 se vede că, pentru gradienți de viteză mai mari de circa 600 s, viscozitatea emulsiilor scade insensibil și, la o anumită valoare a gradientului, curbele devin drepte paralele cu axa absciselor. Determinarea punctelor de racordare a curbelor la drepte, respectiv a gradienților critici, după graficele de tipul celor din figurile 2, 4 ar include erori. Prin transpunerea datelor pe un sistem de axe la scară logaritmică, funcțiile $\eta = u(\gamma)$ sînt reprezentate prin drepte; pentru valori ale gradienților mai mici decît gradienții critici, dreptele sînt înclinate, iar segmentele de drepată corespunzătoare gradienților mai mari decît cei critici apar ca drepte paralele cu axa absciselor. Punctul de la care funcția $\eta = u(\gamma)$, în coordonate logaritmice, devine orizontală, corespunde valorii gradientului critic de viteză. Folosind curbele experimentale $\eta = u(\gamma)$ obținute pentru emulsiile apă-țiței A, apă—țiței B și apă-ulei-vaselină prin transpunerea lor la scara logaritmică au fost determinați gradienții critici de viteză, corespunzători unui anumit tip de emulsie, unei anumite concentrații de apă $\psi$ și unei anumite temperaturi.

Aprecieri cantitative comparabile privind dependența gradientului de viteză critic de concentrația apei în emulsie $\varphi$ și de temperatura pentru emulsii formate din diferite țițeiuri ca medii de dispersie se pot face pe figura 11. Curbele $\gamma_{cr} = f(\varphi)$ determină limita a două domenii (newtonian și nenewtonian) de comportare a emulsiilor cu diverse concentrații de apă situate la diferite temperaturi. La orice variație a gradientului de curgere deasupra valorilor definite de curbă, viscozitatea emulsiei respective rămîne constantă, adică emulsia se comportă ca fluid newtonian.

Analiza curbelor $\gamma_{cr} = f(\varphi, t)$ prezentate în figura 11 permite cîteva concluzii interesante în hidrodinamica emulsiilor.

a) Pentru toate emulsiile cercetate valoarea gradientului de viteză critic crește pe măsura creșterii concentrației de apă în emulsie și a gradului de dispersie și scade la ridicarea temperaturii. Valoarea maximă a gradientului critic corespunde concentrației de apă care determină maximum de viscozitate.

b) Deși valorile viscozităților celor trei emulsii studiate (corespunzătoare acelorași concentrații de apă) diferă destul de mult (fig. 4), diferența dintre valorile corespunzătoare ale gradienților critici la temperaturi pînă la 20—25°C este relativ mică (sub 160 $s^{-1}$), adică curbele $\gamma_{cr} = f(\varphi\, t)$ pentru cele trei emulsii sînt apropiate. La creșterea lui $\varphi$ de la 20 la 60% gradienții critici cresc de la 560 pînă la 980 s și, respectiv, de la 720 la 1 120 s. Valorile minime corespund emulsiei mai puțin stabile (apă-țiței *B*), iar cele maxime, emulsiei apă-ulei-vaselină.

c) Creșterea temperaturii peste 20 — 25°C are drept efect o reducere mai pronunțată a

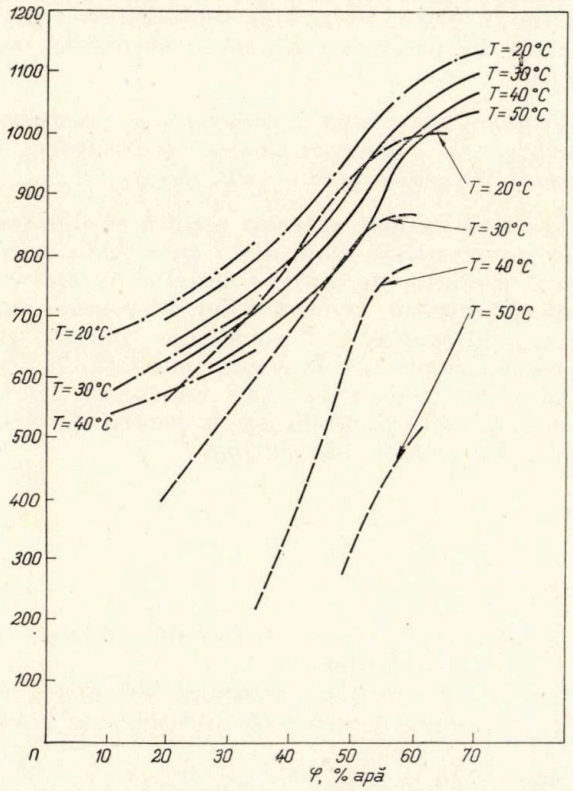



Fig. 11. Variația gradientului critic de viteză al emulsiilor apă—țiței ($\gamma_{cr}$) în funcție de concentrația în apă $\varphi$ la diferite temperaturi de curgere: ——— emulsii apă-țiței *A*; ---------- emulsii apă-țiței *B*; — · — · — emulsii apă-ulei de vaselină.

valorii gradientului critic, îndeosebi pentru emulsiile mai puțin stabile. De exemplu, emulsiile apă-țiței *B* puțin concentrate în apă ($\varphi < 20\%$) la 40°C se comportă ca fluide newtoniene la valori foarte reduse ale gradientului vitezei de curgere (cîteva $s^{-1}$), iar la 50°C au o comportare newtoniană, chiar și emulsiile mai concentrate ($\varphi \leqslant 35\%$). Emulsiile puțin concentrate ($\varphi < 20\%$), care au însă o stabilitate mai mare ca, de exemplu, apă-țiței A au o comportare newtoniană la valori mici ale gradientului numai în condiții de temperatură mai ridicată.

d) Avînd în vedere deosebirea mare în ceea ce privește proprietățile fizico-mecanice ale emulsiilor studiate (pe de o parte apă-țiței B, iar pe de alta apă-țiței A), se poate spune că majoritatea emulsiilor apă-țiței întîlnite în practică ocupă, după proprietățile lor și în special după viscozitate, o poziție intermediară. Astfel, se poate presupune că, din punctul de vedere al comportării reologice, majoritatea emulsiilor apă-țiței se vor situa în diapazonul limitat de cele două emulsii menționate. În acest caz se poate afirma că valoarea gradientului critic al emulsiilor apă-țiței variază de la cîteva $s^{-1}$ (pentru emulsii cu concentrație mică în apă,

formate din țițeiuri de mică viscozitate și care conțin procente reduse de hidrocarburi grele, situate la temperaturi relativ ridicate 40 ÷ 45°C — —pînă la mărimi de ordinul 1 000—1 150 $s^{-1}$ (pentru emulsii cu concentrații ridicate de apă, formate din țițeiuri viscoase, cu procent ridicat de fracții grele, situate la temperaturi relativ scăzute în practica exploatării petroliere—sub 20°C).

*Determinarea valorii constante a viscozității emulsiei $\eta_\infty$ corespunzătoare gradienților de curgere superiori gradientului critic*

Din cele expuse anterior rezultă că determinarea viscozității emulsiilor cu structură distrusă prezintă un interes practic în hidrodinamica curgerii amestecurilor eterogene apă-țiței. Un exemplu îl constituie funcționarea pompelor centrifuge în sondă inundată. În literatura de specialitate este cunoscută relația teoretică dedusă de Einstein pentru determinarea viscozității suspensiilor.

$$\eta_{rel} = \frac{\eta_s}{\eta_d} = 1 + a_\in \varphi, \qquad (8)$$

în care :

$\eta_s$ este viscozitatea sistemului dispers (a suspensiilor) ;
$\eta_d$ — viscozitatea mediului de dispersie ;
$\varphi$ — concentrația fazei disperse, în fracție zecimală ;
$a_\in$ — ct. = 2,5.

Ecuația lui Einstein este valabilă însă numai pentru emulsii cu o concentrație foarte mică ($\varphi < 5\%$).

Majoritatea încercărilor analitice efectuate pînă în prezent pornesc de la ideea corectării și adaptării formulei lui Einstein la emulsii. Astfel, Guth și Simha, încercînd să aprecieze cantitativ efectul interacțiunii hidrodinamice a particulelor fazei disperse, respectiv creșterea interacțiunii dintre picături la creșterea concentrației fazei disperse și coincidența parțială a liniilor de curent ale particulelor, au dedus expresia :

$$\eta_{rel} = 1 + a_\in \varphi + 14{,}1\,\varphi^2 \qquad (9)$$

Deoarece această formulă dă erori mari pentru $\varphi > 0{,}4-0{,}5$, s-a încercat apoi să se folosească relația sub forma unui polinom după puterile crescătoare ale lui $\varphi$.

$$\eta_{rel} = 1 + a_E\varphi + b_E\varphi^2 + C_E\varphi^3 + d_E\varphi^4 + \ldots \qquad (10)$$

Formula (10) nu și-a găsit încă aplicare pentru emulsii. Coeficienții $a_E$, $b_E$, $c_E$, $d_E$, . . . au fost determinați experimental pentru suspensii. Taylor [5] a extins formula Einstein la emulsii de mică concentrație, făcînd ipoteza că pelicula de emulgator în jurul picăturilor de fază dispersă nu împiedică transmiterea tensiunii de la mediul de dispersie la faza dispersă, adică există circulație de lichid în interiorul particulelor care atenuează deformarea liniilor de curent din jurul lor. El a găsit expresia :

$$\eta_{rel} = 1 + a_E\left(\frac{\eta_\Phi + 2/5\ \eta_d}{\eta_\Phi + \eta_d}\right)\varphi, \qquad (11)$$

în care :

$\eta_\Phi$ este viscozitatea fazei disperse ;
$\eta_d$ — viscozitatea mediului de dispersie.

În condițiile respectării în practică a ipotezelor făcute de Taylor, ecuația (11) a fost confirmată de cîteva experimente (Nawab și Mason, 1958). Totuși, ecuația este valabilă numai pentru emulsii cu concentrație mică, pe lîngă faptul că, în cazurile practice, cînd pelicula de emulgator împiedică circulația internă, valorile teoretice sînt totdeauna mai mici decît cele experimentale.

Leviton și Leighton [5] au modificat ecuația (11) în scopul extinderii domeniului de aplicabilitate și la emulsiile concentrate.

$$\ln\eta_{rel} = a_E\left(\frac{\eta_\Phi + 2/5\ \eta_d}{\eta_\Phi + \eta_d}\right)(\varphi + \varphi^{5/3} + \varphi^{11/3}) \qquad (12)$$

Termenii $\varphi^{5/3}$ și $\varphi^{11/3}$ nu au o explicație fizică, ci sînt introduși pentru o mai bună corelare a valorilor teoretice ale $\eta_{rel}$ cu mărimile experimentale. După cum se subliniază însă în [5], orice efect provocat de $\eta_\Phi$ în emulsiile concentrate poate fi foarte greu analizat, din cauza suprapunerii efectelor legate de interacțiunea picăturilor disperse, a deformării lor, a tendinței de refacere a structurii agregative etc. În plus, experimentele efectuate pînă în prezent (Sherman 1955, Shotton și White 1960) nu au pus în evidență nici o legătură între $\eta_\Phi$ și $\eta_{rel}$.

Hatschek [5] a studiat curgerea emulsiilor și a găsit că pentru $\varphi > 5\%$ sectorul liniar al curbei, tensiunea tangențială—gradientul vitezei de curgere, poate fi reprezentat analitic sub forma :

$$\eta_{rel} = \frac{1}{1 - \sqrt[3]{\varphi}}. \qquad (13)$$

Sibree [10] a observat însă că formula (13) dă valorile viscozității relative mai mici decît cele experimentale. Din experiențele prezentate în această lucrare rezultă, de asemenea, că valorile date de formula (13) sînt mult mai mici decît cele experimentale, obținute în general pentru emulsii apă—țiței concentrate,

la temperaturi de peste 25—30°C, precum şi pentru emulsii formate din ţiţei fără proprietăţi structurale (fig. 12). Valorile rezultate din formula (13) se corelează într-o oarecare măsură cu cele obţinute pentru emulsiile formate din

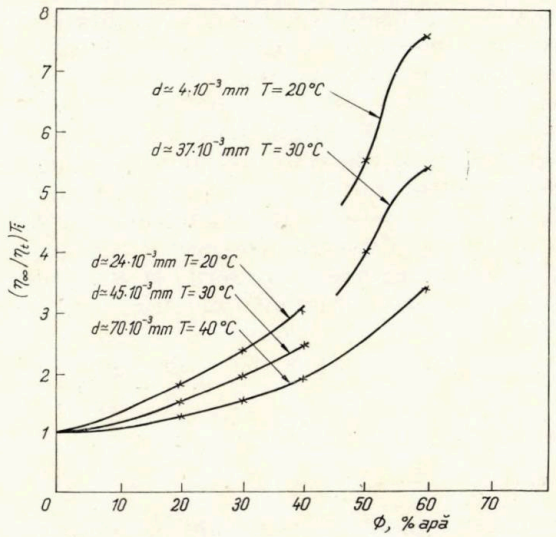



Fig. 12. Variaţia viscozităţii relative a emulsiei apă-ţiţei B cu structura distrusă $\left(\frac{\eta_\infty}{\eta_t}\right)_{T_i}$ în funcţie de concentraţia în fază dispersă $\varphi$, pentru diferite grade de dispersie.

ţiţei cu proprietăţi structurale cu un grad de dispersie de circa 3—4 microni, situate la temperaturi joase (sub 25°C) cu erori în plus pentru $\varphi<45\%$ şi în minus pentru $\Phi>45\%$ (fig. 13, curba 3).

Dezavantajul principal al formulelor menţionate constă în faptul că nu ţin seama de dimensiunea particulelor fazei disperse. În general, în experienţele prezentate în literatura de specialitate lipsesc datele privind influenţa gradului de dispersie asupra viscozităţii emulsiei. Experienţele efectuate de autor dovedesc că neglijarea influenţei acestui factor asupra viscozităţii emulsiei duce la erori foarte mari.

Singurele formule analitice care ţin seama de dimensiunile particulelor fazei disperse sînt cele prezentate în [5], similare ca formă cu ecuaţia (11), valabile însă numai pentru emulsii cu o concentraţie redusă în faza dispersă, precum şi formula lui Sherman

$$\ln \frac{\eta_\infty}{\eta_d} = \frac{0{,}036\ D_m}{\sqrt[3]{\frac{\Phi_{Max}}{\Phi} - 1}} - 0{,}15, \qquad (14)$$

în care :

$D_m$ este diametrul mediu al particulelor disperse ;

$\Phi_{Max}$ — concentraţia de fază dispersă care determină maximum de viscozitate.

Ecuaţia este dedusă de Sherman prin prelucrarea datelor experimentale, în care se arată gradul de dispersie, referitoare însă la toate sistemele disperse. Din categoria emulsiilor au fost folosite unele date obţinute atît pe emulsii de tip A—U cît şi U—A, formate însă din polimeri foarte vîscoşi. La deducerea ecuaţiei s-a folosit şi relaţia teoretică de calcul al distanţei dintre particule, valabilă în ipoteza existenţei unei forme sferice a particulelor disperse în curentul de curgere (deşi gradientul de viteză este superior celui critic). Drept rezultat raportul $\eta_\infty/\eta_d$ are valori mai mici decît cele obţinute în experienţele de faţă pe emulsii apă-ţiţei. În schimb, acest raport se corelează mai bine cu datele obţinute pentru emulsiile apă-ulei-vaselină.

Ţinînd seama de dezavantajele ecuaţiilor menţionate, de greutăţile determinării emulsiei cu structura distrusă $\eta_\infty$ pe cale analitică şi de particularităţile comportării emulsiilor apă-ţiţei, considerăm că problema poate fi rezolvată mai bine pe cale experimentală. În cele ce urmează se încearcă determinarea lui $\eta_\infty$ în funcţie de factorii care exercită o influenţă de prim ordin, şi anume : concentraţia fazei disperse $\varphi$, gradul de dispersie $d$ şi viscozitatea mediului de dispersie $\eta_t$. Soluţionarea experimentală a problemei ţine seama de efectul global al factorilor principali menţionaţi, care acţionează simultan, efect ce se deosebeşte ca mărime de suma algebrică a aporturilor individuale. De asemenea, această soluţionare ţine seama de suprapunerea practică a efectelor legate de interacţiunea particulelor disperse şi de deformarea lor în timpul curgerii. Întrucît datele experimentale au fost obţinute în diferite con-

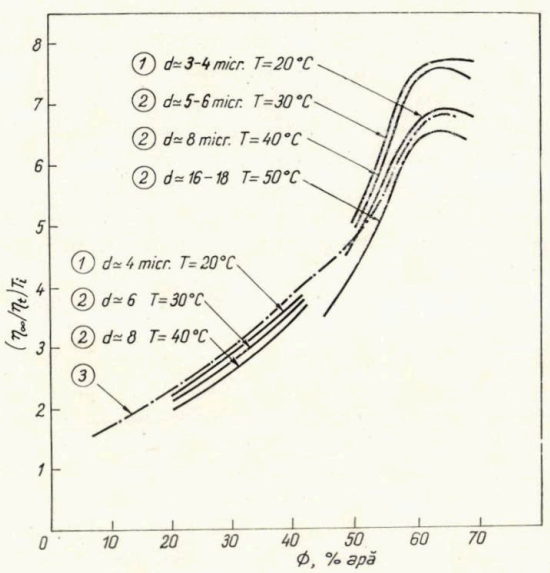



Fig. 13. Variaţia viscozităţii relative a emulsiei apă-ţiţei A, cu structura distrusă $\left(\frac{\eta_\infty}{\eta_t}\right)_{T_i}$ în funcţie de concentraţia în fază dispersă $\varphi$, pentru diferite grade de dispersie $d$.

diţii de temperatură, determinarea $\eta_\infty$ pe calea preconizată ţine totodată seama şi de efectul variaţiei temperaturii asupra acestei mărimi.

Folosind datele experimentale obţinute pentru cele trei emulsii cercetate s-au construit

curbele $(\eta_\infty/\eta_t)_{T_i} = f(\varphi)$ pentru diferite temperaturi $T_i$ și diverse dimensiuni ale particulelor de apă (fig. 12 și 13).

Din analiza curbelor experimentale rezultă:

a) Raportul $(\eta_\infty/\eta_t)_{Ti}$ crește pe măsura creșterii concentrației de apă $\varphi$ în emulsie.

b) Deși valorile $\eta_\infty$ ale celor trei emulsii, pentru mărimi corespunzătoare ale lui $\varphi$, sînt foarte diferite, rapoartele $\eta_\infty/\eta_t$ se dovedesc a fi foarte apropiate, dacă dimensiunile medii ale picăturilor de apă sînt apropiate (curbele sînt dispuse foarte apropiat sau chiar coincid). Astfel, se poate considera ca demonstrat faptul că alura curbelor $(\eta_\infty/\eta_t)_{Ti} = f(\varphi)$ și a ecuațiilor lor sînt determinate în principal de gradul de dispersie al particulelor de apă; cu cît diametrul mediu este mai mic, cu atît raportul $\eta_\infty/\eta_t$ este mai mare.

c) În toate cazurile o creștere mai pronunțată a $\eta_\infty/\eta_t$ are loc pentru emulsii cu concentrație ridicată în apă, adică pentru $\varphi > 40-45\%$.

d) În domeniul de variație al $\varphi > 45\%$, pentru același grad de dispersie, alura curbelor se deosebește vizibil în funcție de temperatura emulsiei și de compoziția țițeiului, și anume:

— raportul $\eta_\infty/\eta_t$ crește la creșterea lui $\varphi$ în cazul emulsiilor apă-țiței formate din orice țiței, situate însă la temperatura $<25-30°C$, precum și în cazul emulsiilor formate din țițeiuri fără proprietăți mecanice structurale la temperaturi mai joase (de exemplu emulsia apă-țiței B are o asemenea comportare la temperatura de 20°C și probabil chiar mai scăzută).

— Raportul $\eta_\infty/\eta_t$ crește mai puțin la creșterea lui $\varphi$ (fig. 13, curba 1) în cazul emulsiilor formate din țițeiuri care au proprietăți structurale situate la temperaturi relativ scăzute (sub 25—20°C). Diferențierea curbelor $\eta_\infty/\eta_t$ în cazul emulsiilor de concentrație ridicată, pentru același grad de dispersie, se explică probabil astfel: atît viscozitatea emulsiilor, cît și cea a oricărui țiței scade la ridicarea temperaturii. Gradul de reducere a viscozității la ridicarea temperaturii începînd de la aproximativ 15—20°C, pentru emulsii cu structura distrusă și țițeiuri fără proprietăți structurale, este aproximativ același. Astfel, diferența dintre mărimile corespunzătoare ale lui $\eta_\infty$ și $\eta_t$, la orice temperatură, rămîne practic constantă și, respectiv, și raportul $\eta_\infty/\eta_t$. Un grad asemănător de reducere a viscozității au, de asemenea, și țițeiurile cu proprietăți mecanice structurale aflate însă la temperaturi $>25-30°C$. În domeniul temperaturilor mai mici de 25—30°C, viscozitatea țițeiurilor cu rețea structurală scade mai pronunțat la creșterea temperaturii, întrucît în acest domeniu are loc dizolvarea treptată a hidrocarburilor grele aflate sub formă de particule solide; diferența dintre $\eta_\infty$ și $\eta_t$ devine mai mică și, respectiv, și raportul $\eta_\infty/\eta_t$.

Pe baza datelor experimentale și ținînd seama de cele expuse anterior, s-a încercat găsirea unei ecuații empirice de tipul $\eta_\infty/\eta_t = f(\varphi, d)$. La deducerea ecuației s-a ținut seama de diferențele rezultate prin aplicarea ecuației (13), față de datele obținute din experiențe aducîndu-se corecturile necesare, pentru o concordanță satisfăcătoare între datele experimentale și expresiile matematice. S-a introdus apoi cea de-a doua variabilă $d$ (diametrul mediu al particulelor de apă), de care depinde funcțional $\eta_\infty$. Drept rezultat s-a obținut ecuația care permite determinarea viscozității emulsiilor apă-țiței cu structura distrusă (respectiv viscozitatea emulsiilor în procesul curgerii, la un gradient de viteză superior gradientului critic) sub forma:

$$\left(\frac{\eta_\infty}{\eta_t}\right)_{Ti} = \frac{5(1+\Phi)}{7(1-\sqrt[3]{\Phi})} + \frac{\Phi}{2} - \frac{d\Phi}{12}, \qquad (15)$$

în care:

$\eta_t$ este viscozitatea țițeiului la temperatura $T_i$, cP;

$\Phi$ — concentrația volumetrică a apei în emulsie, în fracție zecimală;

$d$ — diametrul mediu al particulelor de apă, $10^{-3}$ mm.

Ecuația (15) este valabilă pentru emulsii apă-țiței, în general, la temperaturi $>25-30°C$ și pentru emulsii apă-țiței formate din țițeiuri fără proprietăți structurale (la temperaturi $\geqslant 15°C$.

Pentru emulsii formate din țițeiuri viscoase și cu proprietăți structurale, care curg cu un gradient de viteză superior gradientului critic, în condiții de temperatură $<20-25°C$, viscozitatea $\eta_\infty$ se poate determina din formula

$$\left(\frac{\eta_\infty}{\eta_t}\right)_{Ti} = 0{,}05\,\frac{19\Phi - 0{,}4}{\Phi(1-\sqrt[3]{\Phi})} + 7\Phi - 2d\Phi. \qquad (16)$$

Ambele ecuații sînt valabile pentru o variație a concentrației de apă pînă la valoarea care determină viscozitatea maximă a emulsiei apă—țiței date. Ecuația (16) este valabilă pentru un interval mai restrîns de variație a gradului de dispersie (1—10 microni), întrucît pentru asemenea emulsii și asemenea condiții de temperatură nu s-a dispus de date experimentale privind dimensiuni mai mari ale particulelor disperse. Ecuația (15) este valabilă pentru un diapazon mai larg de variație a gradului de dispersie ($1 \cdot 10^{-3} - 70 \cdot 10^{-3}$ mm).

Se poate afirma că ambele ecuații sînt aproximative, întrucît diametrul mediu al particulelor de fază dispersă a fost apreciat vizual la microscop. Pentru o mai mare precizie a formulelor (15) și (16) pot fi aduse corecturi

în cazul acumulării de noi date experimentale și a utilizării unei metode mai exacte de determinare a diametrului mediu $d$.

## Concluzii

Din experimentele efectuate de autor privind parametrii reologici ai emulsiilor apă—țiței într-un diapazon larg de variații ale viscozității țițeiului, concentrației de apă în emulsie, gradului de dispersie, temperaturii și gradientului vitezei de curgere, rezultă următoarele concluzii :

1. Au fost explicate unele fenomene fizice ce au loc în structura emulsiilor apă—țiței la creșterea gradientului de viteză pînă la 1 300 $s^{-1}$, fenomene care determină abaterea comportării emulsiilor față de sistemele newtoniene. A fost definit, de asemenea, caracterul comportării newtoniene a emulsiilor apă—țiței.

2. S-a stabilit că dintre numeroșii factori care exercită influență asupra comportării reologice a emulsiei o importanță de prim ordin o au : concentrația volumetrică a fazei disperse, gradul de dispersie, temperatura și viscozitatea mediului de dispersie. S-a determinat gradul în care acești factori influențează comportarea reologică a emulsiilor, pentru diferiți gradienți de viteze.

3. A fost stabilită alura curbelor reologice $\tau = f(\varphi)$ si $\eta = \nu(\varphi)$, precum și $\tau = f(t)$ și $\eta = f(t)$, pentru un diapazon mai larg de variație a gradienților vitezei de curgere întîlniți în hidrodinamică, față de curbele prezentate anterior în literatura de specialitate. La creșterea concentrației de apă în emulsie crește tensiunea tangențială, precum și viscozitatea efectivă a emulsiei, în timp ce la creșterea temperaturii se reduc atît viscozitatea, cît și efortul tangențial unitar necesar curgerii.

4. Pentru prima dată au fost determinate limitele comportării newtoniene și nenewtoniene a emulsiilor apă-țiței.

a) S-a dovedit că orice emulsie apă—țiței are o anumită temperatură critică deasupra căreia emulsiile se comportă ca fluide newtoniene. Mărimea temperaturii critice depinde de proprietățile mediului de dispersie și este proporțională cu concentrația fazei disperse în emulsie.

b) Au fost determinate valorile gradienților critici ai vitezei de curgere a emulsiilor apă—țiței. Pentru același țiței ca mediu de dispersie valorile gradienților critici cresc la creșterea concentrației de apă și scad la creșterea temperaturii. În general, valorile maxime ating circa 1 000—1 100 $s^{-1}$.

5. S-au stabilit formule empirice pentru determinarea viscozității emulsiilor apă—țiței ce curg la gradienți de viteză superiori gradientului critic (viscozitatea emulsiei cu structură distrusă).

# Considerații asupra unor soluții noi ale problemei protecției manometrelor de foraj

I. Nicolau, V. Hănciulescu și V. Butufei

## 1. Premisele utilizării manometrelor în cadrul procesului de foraj

Parametrul „Presiune", condiționînd determinativ desfășurarea corectă a multora dintre fazele principale ale procesului de foraj, reprezintă un obiectiv de măsură de complexitate deosebită, explicabilă prin condițiile specifice de exploatare grele și diversificate. Ignorarea sau minimalizarea acestor condiții poate duce evident la inconveniente tehnico-economice deosebite : scăderea preciziei de măsură, scoaterea prematură din uz a manometrelor, respectiv cheltuieli mari de reparații sau înlocuire, reducerea siguranței în funcționare și, respectiv, riscul compromiterii efectuării corecte a unor faze tehnologice de răspundere.

Premisele problemei folosirii manometrelor în foraj, pot rezulta deci numai prin evaluarea și ierarhizarea diverșilor factori de exploatare care conlucrează [1] :

— regimul pulsatoriu al presiunilor măsurate ;

— modul de lucru cu șocuri sau vibrații mecanice ;

— lichidele de lucru speciale, care pot fi, de la caz la caz : corozive, abrazive, tixotropice, cu suspensii avînd tendință de depunere ;

— siguranța în funcționare, determinată de gradul de responsabilitate mare al unora dintre fazele de lucru ;

— punctul de măsură, care poate privi măsurarea directă a unei presiuni (cazul general al traductoarelor de presiune) sau măsurarea indirectă a altor mărimi mecanice (cazul traductoarelor de forță folosite pentru măsurători de drilometrie, torsiometrie, densimetrie etc.) ;

— cerințele de afișaj, care se pot referi la : afișaj local la punctul de măsură (manometrele monobloc de foraj), afișaj centralizat (manometrele de panou), afișaj la distanță (manometrele cu teletransmitere analogică sau digitală).

Pentru satisfacerea acestor condiții, la nivelul stadiului actual al tehnicii mondiale s-au dezvoltat și sînt în continuă perfecționare multiple realizări de manometre specifice pentru foraj, diferențiate constructiv în special prin măsurile de protecție asigurate. Pentru tipurile constructive cunoscute de manometre specializate pentru foraj ale firmelor consacrate : MARTIN DECKER Co. ; CAMERON Co. ; DRILLCO ; ETS. BOURDON ; K.P.B [1] ; etc., sînt prevăzute următoarele blocuri funcționale de protecție :

— amortizoare de pulsații în general ajustabile, dotate cu diverse tipuri de dispozitive de laminare. Efectul de amortizare obținut se suprapune cu efectul de amortizare al amortizoarelor pompelor respective ;

— separatoare de fluid de lucru și fluid de măsură, dotate cu membrane de diverse forme ;

— amortizoare de vibrații mecanice ;

— carcase robuste și etanșe umplute cu lichid de protecție ;

— mecanisme de transmitere și indicare ranforsate și prevăzute și cu diferite posibilități de suspendare elastică.

Concepția constructivă a acestor protecții, pentru aceleași soluții de principiu adoptate, diferă însă în funcție de tipurile funcționale ale manometrelor respective, care pot fi :

— manometre monobloc pentru fluide de foraj sau paste de ciment, destinate a fi amplasate direct pe circuitul hidraulic ;

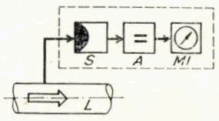
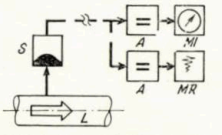
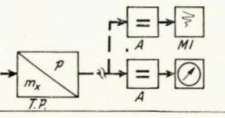
— manometre de panou, de asemenea pentru fluide de foraj sau paste de ciment ;

— manometre pentru traductoarele de presiune necesare pentru măsurarea indirectă de mărimi mecanice.

Dispunerea blocurilor funcționale de protecție față de punctul de măsură este caracteristică pentru tipurile de manometre, arătate conform tabelei 1, în ceea ce privește amortizorul de pulsații și separatorul.

TABELA 1

**Dispunerea blocurilor funcționale de protecție la principalele tipuri de manometre de foraj**

| Nr. crt. | Schemă de principiu | Tipul manometrului |
|---|---|---|
| 1 |   | Manometru mono-bloc pentru pompe |
| 2 |   | Manometru pentru panou |
| 3 |   | Manometru pentru traductoare de presiune |

*L* — linia de presiune ; *T P* — traductor de presiune ; *A* — amortizor de pulsații ; *S* — separator de fluid de lucru și fluid de măsură ; *MI* — manometru indicator ; *MR* — manometru înregistrator.

Semnificaţia amortizorului de pulsaţii şi a separatorului ca mijloace principale de protecţie a manometrelor de foraj a determinat în timp încercarea a numeroase soluţii constructive, prezentînd avantaje şi dezavantaje foarte variate. Prin rezultatele bune de comportare în exploatare obţinute, se pare că în prezent s-au impus, pentru domeniul forajului, soluţiile de principiu :

— amortizoare de pulsaţii cu dispozitive de laminare, realizate în diverse variante constructive ;

— separatoare de lichid de lucru şi de măsură, cu membrane de diverse forme constructive.

În sensul tendinţelor tehnicii actuale, conturate prin consideraţiile făcute, se prezintă două soluţii, de amortizor şi, respectiv, de separator, concepute în intenţia de a cumula avantajele funcţionale, de fabricaţie şi de exploatare posibile în limitele specifice pentru R.S.R. ;

— amortizor de pulsaţii cu drossel cu filet cilindric, cu profil retezat conic progresiv ;

— separator cu membrană cilindrică.

Aparatura realizată a dus la rezultate bune de comportare în exploatare şi are caracter competitiv, fiind brevetată în ţară (Br. RSR 50 824) şi în străinătate (Br. USA 3 540 285 ; Br. Austria 283 240 ; Br. Italia 838 471 ; Br. Franţa 1 588 483). Analiza particularităţilor acestor soluţii se face în continuare faţă de soluţiile corespondente ale firmei MARTIN DECKER Co.—SUA, considerate ca termene de comparaţie la nivel mondial.

## 2. Particularităţile soluţiei amortizorului de pulsaţii cu drossel cu filet cilindric cu profilul retezat conic progresiv

Dezideratele principale avute de la început în vedere au fost :

— grad de amortizare ajustabil liniar, valoarea sa maximă corespunzînd cu obturarea circuitului hidraulic ;

— gabarit minim al dispozitivului de laminare ;

— condiţii tehnologice de uzinare cît mai uşoare ;

— asigurarea posibilităţii de curăţire a canalului de laminare în cazul contaminării cu impurităţi a lichidului de măsură.

Pentru satisfacerea acestor deziderate s-a conceput un drossel cu filet de formă specială. Conform figurii 1, care reprezintă soluţia de principiu, cepul filetat al drosselului comportă un filet cilindric normal, avînd însă vîrful profilului filetului retezat progresiv, prin prelucrare exterioară conică. Ultimele spire ale filetului cepului nu sînt retezate. Filetul corespunzător din interiorul corpului drosselului este de tip cilindric obişnuit, dar fără joc la vîrful profilului. Datorită acestei construcţii a cepului, funcţia de laminare se realizează prin crearea unui traseu capilar de-a lungul vîrfului profilului filetului cepului, pe toată lungimea spirelor de filet angajate. Traseul capilar astfel format este de formă elicoidală şi de secţiune aproximativ triunghiulară, lungimea sa putînd fi variată prin înşurubarea cepului şi fiind proporţională cu numărul de spire de filet angajate. Secţiunea sa este, de asemenea, variabilă de la intrare pînă la ieşire. Pentru două lungimi

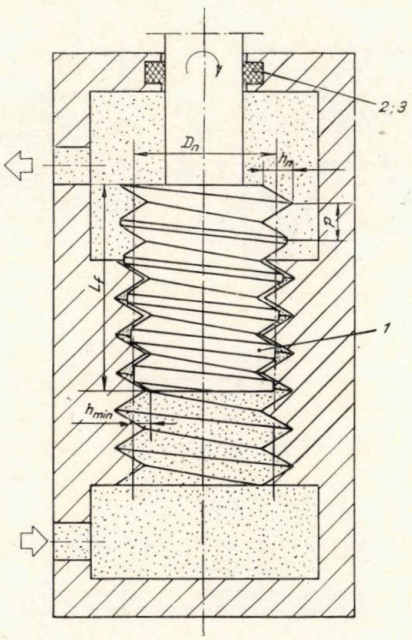



Fig. 1. Schema de principiu a amortizorului cu drossel cu filet cilindric cu profilul retezat conic progresiv.

oarecare, $l_1$ şi $l_2$, ale traseului capilar desfăşurat, se constată că secţiunea de intrare se menţine constantă, iar secţiunea de ieşire se micşorează continuu, proporţional cu numărul de spire de filet angajate. Reducerea progresivă a secţiunii de ieşire pînă la anularea sa, deci pînă la obturarea ieşirii traseului capilar, se realizează prin angajarea ultimelor spire, al căror profil nu a fost retezat prin prelucrare conică şi deci nu are joc la vîrf.

Limitele cursei cepului coincid cu gradul de amortizare minim (cepul deşurubat pînă la proptirea în umărul presgarniturii) şi, respectiv, cu gradul de amortizare maxim (cepul înşurubat complet). Traseul capilar este caracterizat, în consecinţă, prin :

— forma traseului : elicoidală ;
— forma secţiunii : triunghiulară ;
— secţiunea de intrare ($S_0$) : constantă ;
— secţiunea de ieşire ($S_i$) : variabilă ;
— lungimea traseului ($l_i$) : variabilă.

Caracteristicile geometrice ale dispozitivului de laminare sînt cele din figura 2a, b, c.

Lungimea traseului de laminare $l_i$ variază cu diametrul mediu $D_m$ al filetului cepului şi cu numărul de spire angajate $n$ conform relaţiei :

$$l_i = f(D_m, n) = \pi \cdot D_m \cdot n \qquad (1)$$

Secţiunea de intrare $S_0$ este constantă ca fiind determinată de limita de retezare acceptată $h_{min}$ a înălţimii nominale a filetului $h_{nom}$.

Secţiunea de ieşire $S_i$ este dependentă de lungimea traseului $l_i$, avînd gama de variaţie :

— limita maximă : $S_{i_{max}} = S_0$ (cep neangajat) ;

— limita minimă : $S_{i_{min}} = 0$ (cep angajat şi cu filet neretezat).

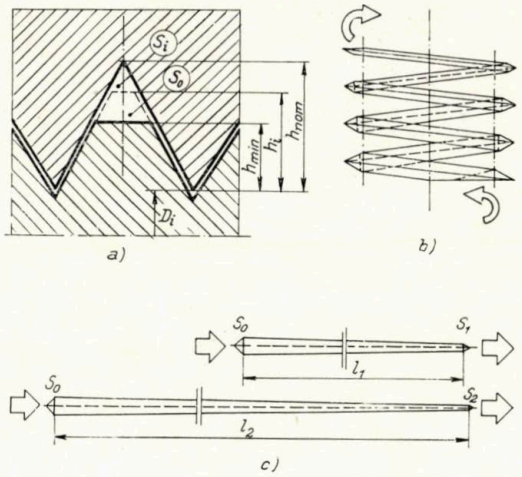



Fig. 2. Elementele geometrice ale canalului capilar de laminare :

*a* — secţiune prin canalul capilar elicoidal ; *b* — vedere a canalului capilar elicoidal ; *c* — desfăşuratele canalului capilar avînd lungimile : $l_1$ ; $l_2$.

În consecinţă, posibilitatea de ajustare a efectului de amortizare comportă limitele :

— efect de amortizare minim : trecere liberă prin canalul capilar, prin deşurubarea completă a cepului ;

— efect de amortizare maxim : trecere închisă, prin înşurubarea completă a cepului, cu angajarea şi a spirelor de filet cu profil neretezat.

Între cele două limite variaţia efectului de amortizare este liniară, deoarece variază liniar parametrii traseului de laminare, respectiv :

— lungimea $(l_i)$ : $0 \rightarrow l_{max}$.

— secţiunea de ieşire $(S_i)$ ; $S_0 \rightarrow 0$

— raportul secţiunilor de intrare $(S_i)$ şi ieşire $(S_0)$, $S_0/S_i l : \rightarrow \infty$

Considerînd pentru comparare amortizorul reglabil de tip cu drossel cu filet conic fabricaţie MARTIN DECKER Co. [2, 3], conform figurii 3b, se face observaţia că acesta realizează funcţional un traseu capilar de laminare de secţiune variabilă, dar avînd lungimea şi raportul secţiunilor de intrare şi ieşire constante. De asemenea, se constată că pentru realizarea drosselelor respective, uzinarea filetului cilindric pentru soluţia concepută este evident mai simplă decît uzinarea filetului conic pentru soluţia americană.

Avantajele principale obţinute pentru soluţia de amortizor elaborată par să fie deci :

— ajustajul continuu al gradului de amortizare prin varierea concomitentă a lungimii, secţiunii de trecere şi raportului secţiunilor de intrare şi ieşire ale traseului capilar de laminare ;

— execuţia simplă a canalului de laminare de tip filet cilindric normal, fără joc la vîrf, cu profil retezat progresiv prin prelucrare conică exterioară ;

— gabarit redus, prin dispunerea elicoidală din construcţie a canalului de laminare ;

— asigurarea posibilităţii de curăţire a canalului de laminare, în cazul înfundării sale, prin deşurubarea cepului drosselului.

### 3. Particularităţile soluţiei separatorului cu membrană cilindrică

Ca şi în cazul amortizorului de pulsaţii, s-a avut în vedere satisfacerea dezideratelor principale impuse :

— realizarea unei variaţii volumetrice mari, fără suprasolicitarea membranei ;

— alegerea unei geometrii a formei membranei adecvată pentru uzinare şi montaj simplu.

Conform figurii 4*a* soluţia constructivă realizată cuprinde în primul rînd un corp care se asamblează cu membrana cilindrică faţă de o piesă portmembrană. Membrana se etanşează

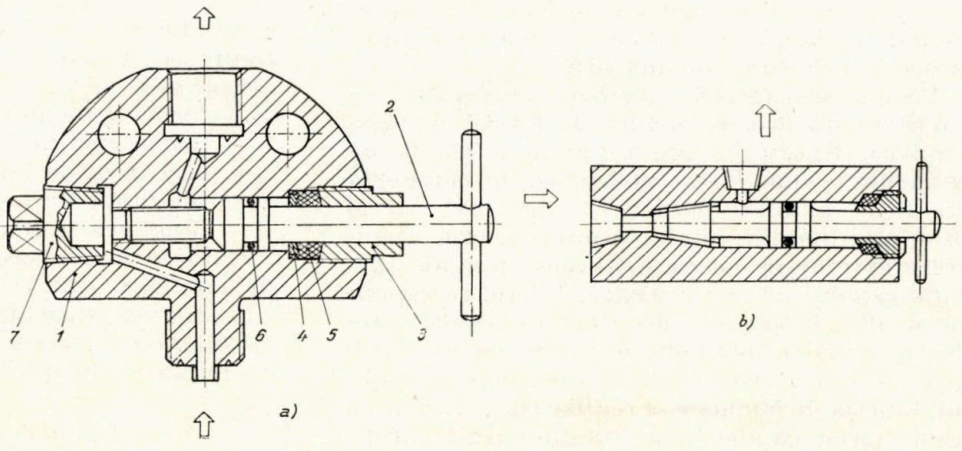



Fig. 3. Amortizor de pulsaţii pentru manometre tip „IRCR" şi „MARTIN-DECKER"-Co.

*a* — tipul — „I.R.C.R." — Ploieşti ;
*b* — tipul „Martin-Decker" Co — S.U.A.

în dreptul a două zone tronconice cu renuri de etanşare ale portmembranei, fiind presată concomitent şi dintr-o singură parte, faţă de cele două zone tronconice cu renuri de etanşare corespondente ale corpului. Centrarea piesei port-membrană faţă de corp se face pe o zonă conică. Se realizează astfel şi etanşarea spre afară a corpului. Racordarea separatorului la

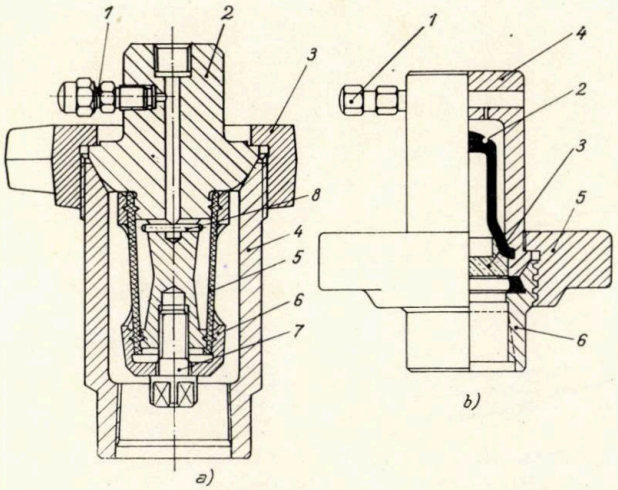



Fig. 4. Separator de tip „I.R.C.R." şi MARTIN-DECKER"—Co:
*a* — tip I.R.C.R., Ploieşti; *b* — tip „MARTIN-DECKER" Co.

sursa de presiune se face prin îmbinare cu filet conic etanş, transmiterea presiunii spre interiorul corpului în dreptul membranei realizîndu-se prin găurile de trecere prevăzute.

În cazul pierderii etanşării circuitului hidraulic al lichidului de măsură, lichidul de lucru nu distruge membrana, care se poate rezema pe toată suprafaţa sa interioară pe piesa portmembrană. În acest scop, în dreptul orificiului de comunicare cu racordul manometrului, se prevede şi un ştift liber de rezemare. Se evită astfel eventuala forfecare a peretelui membranei, cînd este apăsată pe pielea portmembrană în dreptul acestui orificiu.

Considerînd separatorul cu membrană degetar tip „E—17/19" fabricaţie MARTIN DECKER [4], conform figurii 4b, se remarcă avantajele constructive ale soluţiei concepute de membrană cilindrică faţă de soluţia americană de membrană degetar, în ceea ce priveşte tehnologia de fabricaţie şi modul de montaj şi etanşare.

Avantajele soluţiei separatorului conceput par să fie în consecinţă următoarele:

— asigurarea unor variaţii volumetrice mari prin deformaţii de voalare ale membranei, permiţînd o bună sensibilitate de transmitere a presiunilor şi o solicitare favorabilă a cauciucului;

— confecţionarea simplă a membranei cilindrice, care poate fi un simplu cupon de furtun;

— protecţia bună a membranei în cazul pierderii etanşeităţii sistemului hidraulic, prin asigurarea rezemării membranei la interior pe toată suprafaţa sa;

— înlocuirea uşoară a membranei;

— posibilitatea reducerii gabaritului prin dispunerea concentrică a amortizorului în interiorul separatorului, respectiv în piesa portmembrană, în cazul realizării unor soluţii constructive speciale (de exemplu manometrul de tip monobloc).

## 4. Observaţii asupra caracteristicilor funcţionale a aparaturii realizate

Analiza performanţelor aparaturii industriale elaborate conform soluţiilor prezentate şi asimilate în cadrul I.R.C.R — Ploieşti s-a făcut [1] faţă de mai multe tipuri reprezentative, disponibile în R.S.R. la data respectivă, de fabricaţie străină (MARTIN DECKER, CO; MAREP — BOURDON etc.) sau de fabricaţie R.S.R. (diverse prototipuri în curs de experimentare).

S-au întreprins mai multe feluri de experimente:

— încercări comparative pe un stand de probe avînd o sursă de presiune pulsatorie comună. Urmărirea gradului de amortizare realizat s-a făcut prin mai multe metode cunoscute: observarea directă a amplitudinii de oscilare a acului indicator al manometrului, vibrograme obţinute prin fotografiere, măsurători piezoelectrice;

— încercări la standul de etalonare statică pentru stabilirea timpului de răspuns la variaţia de tip „treaptă" a presiunii. În figura 5 sînt redate curbele obţinute în sensul descrescător al presiunii, pentru diverse grade de amortizare realizate comparativ la manometrele de tip: MARTIN DECKER CO, MAREP-BOURDON, I.R.C.R. Ploieşti;

— încercări la comportare de durată la diverse sonde a mai multor unităţi de foraj, efectuate în condiţii diferite de exploatare, mai ales pentru urmărirea comportării membranei separatorului.

Rezultatele obţinute fiind la nivelul celor ale aparaturii de comparare experimentate în paralel, au confirmat deci valabilitatea soluţiilor concepute pentru protejarea manometrelor de tip de panou pentru foraj. În plus, se apreciază că se completează astfel gama de manometre de foraj asimilată deja la U.M.F. — Bucureşti conform licenţei MAREP BOURDON.

În privinţa condiţiilor de exploatare ce trebuie îndeplinite, se menţionează următoarele:

— montajul ansamblului: separator, amortizor, manometru se face fără precauţii speciale;

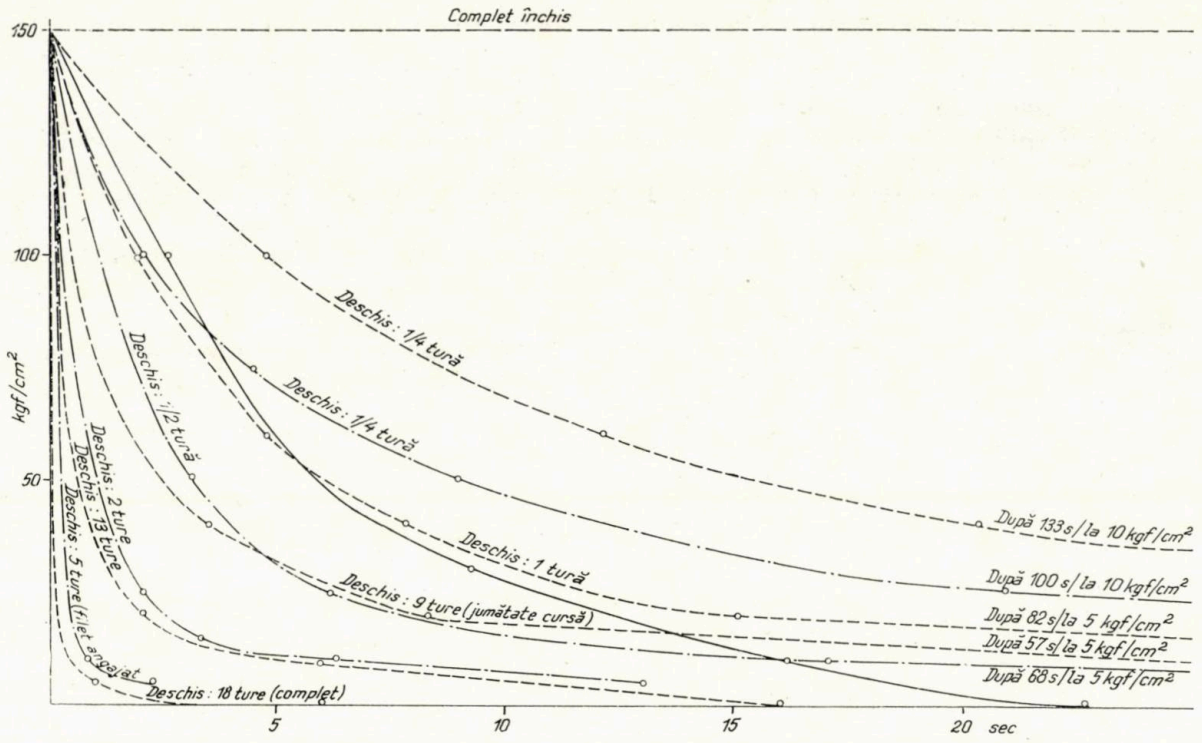



Fig. 5. Variaţia timpului de răspuns la manometrele prevăzute cu diferite tipuri de amortizoare de pulsaţii. Observaţii: ——— tip „Marep Bourdon" – – – tip „IRCR" –.–.–.tip „M. Decker Co. – Manometrul „M. Decker" are diviziunea cea mai mică de pe cadran 5 kg/cm² (nu are indicat: reper „zero") – Manometrul „Marep Bourdon" posedă amortizor de pulsaţii ne-ajustabil.

— umplerea sistemului hidraulic se face de asemenea fără precauţii speciale, cu excepţia condiţiei de deformare a membranei pentru realizarea excesului de lichid de măsură necesar. Conform figurii 6, în cazul separatorului I.R.C.R. se urmăreşte „umflarea" membranei cilindrice, pe cînd în cazul separatorului MARTIN DECKER se urmăreşte „aplatizarea" membranei degetar;

— întreţinerea în timpul exploatării se reduce, în principal, la: urmărirea păstrării etanşeităţii sistemului hidraulic al lichidului de măsură şi la eventuala desfundare a traseului capilar al amortizorului prin demontarea şi curăţarea cepului drosselului.

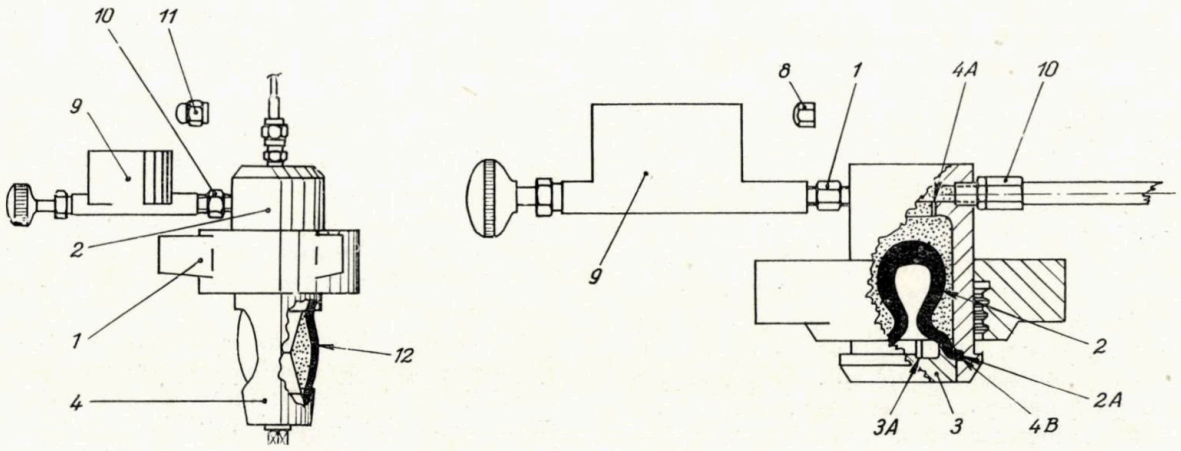



Fig. 6. Umplerea sistemului hidraulic la tipurile „IRCR" şi „MARTIN-DECKER" – Co.

## 5. Concluzii

Pentru protecţia manometrelor de foraj, amortizoarele de pulsaţii şi separatoarele de lichide reprezintă principalele mijloace necesare. Soluţiile noi prezentate rezolvă în mod favorabil deziderateleleh nicii actuale pentru

monometrele de foraj de tip de panou și au permis completarea gamei de manometre specifice de foraj fabricate în prezent în R.S.R.

Amortizorul de tip drossel cu filet cilindric cu profilul retezat conic progresiv oferă avantaje în ceea ce privește ajustajul gradului de amortizare, tehnologia de uzinare și condițiile de exploatare. Se reține ca o caracteristică interesantă a acestei soluții de amortizare ajustarea gradului de amortizare prin varierea concomitentă a lungimii traseului capilar secțiunii de ieșire și, respectiv, a raportului secțiunilor de intrare și ieșire ale traseului capilar.

Separatorul cu membrană cilindrică oferă de asemenea avantaje referitoare la: geometria membranei, condițiile de întreținere și, respectiv, siguranța în funcționare.

Se întrevede ca prin reconsiderarea soluțiilor constructive realizate, care sînt specifice pentru foraj, să fie posibil ca aceleași soluții de prinsipiu să fie adoptate și în cadrul obiectivelor specifise de măsurare a presiunilor ale altor ramuri industriale.

**BIBLIOGRAFIE**


1. * * * Amortizoare de pulsații și separatoare de fluide pentru manometre. Tema I.C.F.E. nr. 59/67. Colectiv I.C.F.E. Arhiva Cîmpina.
2. * * * Mud gauge Bulletin MARTIN DECKER P—45/SUA.
3. * * * EZY—VUE pressure gauge. Bulletin MARTIN DECKER P—86A/SUA.
4. * * * Diaphragm protector. Bulletin MARTIN-DECKER E—17—91/SUA.


# Informații tehnico-economice

**În Canada** au fost terminate studiile preliminare ale construcției conductei de țiței din regiunea arctică de est canadiană și de pe șelful estic al Canadei, către rafinăriile din provincia Quebec și statul New York din S.U.A. Conducta, cu un diametru de 42 țoli (1 067 mm), va avea o lungime de circa 9 600 km. Proiectul va trebui să fie terminat pînă la sfîrșitul anului 1974.

**În Grecia**, pe o concesiune situată în nordul Mării Egee, la 27 km sud de Cavala, un grup petrolier care forează o sondă marină de explorare a întîlnit un strat gazeifer la adîncimea de 1 841 m, sonda fiind proiectată pînă la adîncimea finală de 2 226 m.

**În Malta**, guvernul a oferit întreprinderilor străine de cercetări geofizice efectuarea unui profil seismic în lungime de circa 2 000 km, care să traverseze coasta mării în dreptul localității Medina și zonele situate la sud de Malta. Societatea operatoare trebuie să plătească în prealabil suma de 100 000 $ S.U.A., pentru a obține dreptul de exploatare a țițeiului în această zonă.

**În Portugalia**, societatea petrolieră de stat PETROSUL, pentru prelucrarea țițeiului, a încredințat societății americane UOP întocmirea proiectului pentru construirea unei noi rafinării, în apropiere de localitatea Sines. Capacitatea de prelucrare a rafinăriei va fi de zece mil. t țiței anual. Lucrările de proiectare se află în curs.

**În S.U.A.**, două societăți, una de stat, iar cealaltă particulară, au semnat un contract pentru proiectarea și construirea în Texas, lîngă localitatea Corpus Cristi, a unei uzine pentru producerea gazelor de substituție a gazelor naturale, după procedeul Pritchard, adaptat de Consiliul britanic pentru gaze. Producția gazelor de substituție, obținute prin hidrogazeificarea catalitică a gazelor naturale bogate, va fi de 200 mil. $ft^3$/zi. Construcția uzinei va începe în 1973, urmînd să fie terminată în 1974, iar costul ei a fost evaluat la 30 mil. $.

**În U.R.S.S.**, la începutul anului 1973, s-a perfectat un nou plan de cooperare franco-sovietică, în industria de țiței și gaze. Programul cuprinde exploatarea unor zăcăminte de gaze din Uniunea Sovietică, precum și rezolvarea problemelor de geochimie a zăcămintelor de țiței și gaze. Ambele părți au mai fost de acord să studieze împreună realizarea de noi brevete și să-și ofere asistență reciprocă la cumpărarea și vînzarea unor licențe, precum și la achiziționarea de utilaje pentru industria de țiței și gaze.

# Utilizarea energiei nucleare în marile rafinării şi combinate petrochimice

D. Dobrinescu

Pentru realizarea proceselor tehnologice, în industria de prelucrare şi chimizare a petrolului şi gazelor, se consumă cantităţi foarte mari de energie electrică, abur şi apă. În general, industriile de natură chimică utilizează peste 25% din consumul total de energie (electrică, termică) din industrie, ocupînd primul loc după industria siderurgică şi metalurgică.

În combinatele petrochimice şi rafinării energia electrică este utilizată pentru diverse acţionări mecanice (pompe, compresoare etc.), pentru realizarea unor procese fizico-chimice specifice, în sistemele de automatizare a instalaţiilor tehnologice, pentru iluminat etc.

Aburul se utilizează pentru acţionarea, prin intermediul turbinelor, a pompelor centrifuge, a compresoarelor rotative etc. (în special de puteri mari), pentru diverse încălziri în instalaţiile tehnologice (refierbătoare, preîncălzitoare, rezervoare de depozitare a produselor grele), pentru realizarea vidului prin intermediul ejectoarelor, pentru striparea fracţiunilor lichide şi a catalizatorilor, la realizarea unor procese de reacţie, în care aburul reacţionează cu diverse hidrocarburi, pentru pulverizarea combustibililor lichizi, suflarea instalaţiilor tehnologice, încălzirea camerelor de comandă etc.

Apa este necesară, în rafinării şi combinate petrochimice, pentru alimentarea cazanelor de abur obişnuite sau recuperatoare, în procesele de răcire cu circuit deschis, ca apă de adaos în circuitele de răcire cu recirculare, în unele procese tehnologice speciale fizice sau chimice (îngheţări de reacţii, solventări, spălări) etc. Introducerea turbinelor cu gaze şi cea a răcirii cu aer au redus, dar nu au eliminat, consumul de apă.

Marile combinate de prelucrare şi chimizare a petrolului şi gazelor sînt alimentate cu energie electrică, în mod obişnuit, de către centralele electrice proprii (în majoritatea cazurilor cu generatoare acţionate de turbine cu abur).

Multe instalaţii tehnologice moderne (cracare catalitică, piroliză, negru de fum, gaz de sinteză etc.), care oferă posibilitatea, sînt înzestrate cu cazane recuperatoare care, prin recuperare de căldură sensibilă şi de reacţie din diverse fluxuri, produc abur tehnologic. Introducerea şi îmbunătăţirea sistemelor de recuperare a căldurii sînt probleme de actualitate, care privesc reducerea consumurilor specifice de energie, eliminarea pierderilor de energie şi gospodărirea raţională a energiei, prin perfecţionarea tehnică a instalaţiilor consumatoare şi prin valorificarea resurselor energetice secundare. În general, pe ansamblul unui combinat petrochimic, aburul produs prin recuperări de căldură fiind insuficient, este necesar un surplus de abur pentru acoperirea necesităţilor tehnologice. Acest abur suplimentar se obţine de la centralele electrice proprii, care devin astfel centrale electrice de termoficare. Centralele electrice de termoficare industrială sînt centrale mixte, care produc atît energie electrică cît şi abur, eventual şi apă caldă, pentru acoperirea necesităţilor tehnologice ale instalaţiilor (în ţara noastră marile centrale electrice de termoficare sînt mixte, în sensul că alimentează atît unităţi industriale, cît şi cartiere de locuinţe).

Producerea energiei electrice şi a aburului tehnologic într-o centrală mixtă, în raport cu producerea separată a acestora, prezintă marele avantaj al realizării unei importante economii de combustibil. Plasarea centralelor electrice de termoficare care deservesc combinatele petrochimice şi rafinăriile în interiorul sau în imediata apropiere a acestora permite consumarea unor combustibili (gazoşi sau lichizi) proprii şi evitarea transportării pe distanţe mari a combustibililor utilizaţi şi a energiei electrice şi aburului produs.

Apa necesară alimentării industriei de prelucrare şi chimizare a petrolului şi gazelor este, în majoritatea cazurilor, apă de rîu sau de puţ. Aceasta se dedurizează sau se demineralizează, în funcţie de necesităţi, cu un consum relativ mic de energie. Apa industrială se obţine şi din apa de mare, prin desalinare (este foarte puţin utilizată direct apa de mare ca agent termic — de răcire sau încălzire — şi numai în intervale mici de temperatură), cu un consum însemnat de energie. În ţările în care este acută lipsa de apă dulce (şi oferă posibilitatea), combinatele petrochimice şi rafinăriile se plasează pe malul mării şi sînt alimentate cu apă de mare desalinată. În astfel de cazuri, centralele anexe trebuie să deservească combinatele cu energie electrică, abur tehnologic şi apă desalinată (centrale electrice de termoficare şi desalinare).

În marile combinate de prelucrare şi chimizare a petrolului şi gazelor (şi în unele combinate chimice), în care consumul de energie iniţială (combustibil), pentru producerea energiei electrice, aburului tehnologic şi, eventual, pentru desalinarea apei de mare, este foarte mare, se introduc sau se studiază introducerea centralelor nucleare.

Acest lucru este determinat de faptul că, în anumite condiții (care vor fi expuse în final), centralele nucleare sînt mai economice decît centralele clasice, care consumă combustibili lichizi sau gazoși, de natură petrolieră.

În cele ce urmează se prezintă cîteva scheme de principiu utilizate sau posibil de utilizat, privind folosirea energiei nucleare în marile rafinării, combinate petrochimice sau combinate chimice, în scopul producerii energiei electrice, realizării unor reacții endotermice la temperaturi ridicate, producerii aburului tehnologic și desalinării apei de mare.

În figura 1 este redată schema de principiu a unei centrale nuclearo-electrice de termoficare, centrală care, prin consum de energie nucleară, produce energie electrică și abur tehnologic. Nu sînt prezentate în schemă elementele de preîncălzire regenerativă și de degazare a condensatului recirculat la cazanul 2.

Căldura dezvoltată prin reacția nucleară este transportată de la reactor la cazanul de abur inițial, prin intermediul recirculării (circuit închis) unui fluid primar. Drept fluide primare pot fi utilizate heliul (uneori acesta se destinde într-o turbină care antrenează generatorul electric și apoi este recomprimat la temperatură mai joasă, consumîndu-se o parte din lucrul mecanic produs de turbină), metale în stare lichidă (sodiu, sodiu-potasiu, bismut, bismut-plumb, plumb-magneziu), apă sub presiune etc. Metalele lichide se recirculă cu pompe speciale electromagnetice. Într-o centrală nucleară mai veche transportul de căldură de la reactor la cazan se face prin două circuite de Na lichid în serie, în primul circuit sodiul avînd temperatura cuprinsă între 482 și 316°C, iar în al doilea circuit, între 454 și 298°C.

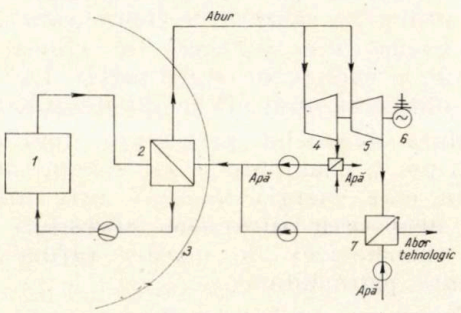



Fig. 1. Schema de principiu a unei centrale nucleare care produce energie electrică și abur tehnologic :

*1* — reactorul nuclear ; *2* — cazanul de abur inițial ; *3* — învelișul de protecție radioactivă ; *4* — turbina cu condensare în vid ; *5* — turbina cu contrapresiune ; *6* — generatorul electric ; *7* — cazanul de abur convertizor

Cazanul *2* produce abur supraîncălzit de presiune și temperatură relativ ridicate, acesta alimentînd în paralel o turbină cu condensare în vid și o turbină cu contrapresiune ridicată, care antrenează generatorul electric. Aburul evacuat din turbina cu contrapresiune servește, prin schimb de căldură, la producerea aburului tehnologic de către cazanul de abur convertizor. Condensatul provenit din cele două fluxuri ale aburului inițial se recirculă la cazanul de abur primar.

Sînt în construcție, în R.F Germania, pentru alimentarea unui mare combinat (acesta utilizează

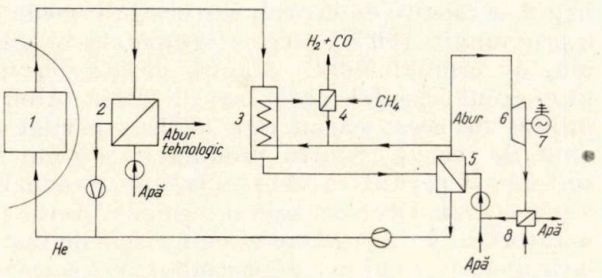



Fig. 2. Schema de principiu a unei centrale nucleare care produce energie electrică, abur tehnologic și energie termică pentru fabricarea gazului de sinteză :

*1* — reactorul nuclear ; *2* — cazanul de abur tehnologic ; *3* — reactorul pentru producerea gazului de sinteză din $CH_4$ ; *4* — preîncălzitorul de $CH_4$ ; *5* — cazanul de abur energetic și de proces ; *6* — turbina cu abur ; *7* — generatorul electric ; *8* — condensatorul de abur

drept apă industrială apa de rîu), două centrale nucleare care funcționează după schema de principiu discutată. Fiecare centrală are o putere de 1 000 MW și produce 330 MW putere electrică și un debit de 1 500 t/h abur tehnologic de 18 bar și 265°C [3].

În figura 2 este prezentată schema de principiu a unei centrale nucleare care produce abur tehnologic, energie electrică și energia necesară pentru fabricarea gazului de sinteză. Căldura dezvoltată în reactorul nuclear este transportată la cele două cazane de abur și la reactorul de gaz de sinteză, prin intermediul a două fluxuri de heliu în circuit închis, heliul fiind recirculat cu ajutorul a două compresoare rotative plasate în zonele de temperatură minimă. Heliul prezintă, ca agent primar pentru transportul căldurii din reactorul nuclear, două principale avantaje : se poate lucra cu o temperatură de încălzire ridicată (1 000°C ; se fac studii și pentru utilizarea sa la 1 200°C) și se reduc considerabil evacuările nedorite de substanțe radioactive din reactorul nuclear. Primul flux de heliu este circulat prin cazanul *2*, care produce abur tehnologic. Este posibil, în funcție de necesitățile combinatului alimentat (cunoscute la proiectarea centralei), ca acest abur să producă inițial (fie prin debitul total, fie printr-un debit parțial) energie electrică, prin intermediul unui turbogenerator, turbina lucrînd cu contrapresiune, iar aburul evacuat din turbină alimentînd rețeaua de abur tehnologic a combinatului.

Al doilea flux de heliu provenit din reactorul nuclear se răcește inițial, pînă la o temperatură intermediară, în reactorul *3*, căldura cedată servind la realizarea reacției endotermice de producere

a gazului de sinteză din $CH_4$ (gaze naturale) și abur. Reacția decurge la o temperatură de minimum 600°C, în prezență de catalizator de Ni (gazul de sinteză $H_2 + CO$ conține în cantități mici și $CO_2$, $CH_4$, $H_2O$ etc.). Din gazul de sinteză se pot obține hidrogen, amoniac, metanol, alcooli superiori, aldehide, cetone, acid formic, acid oxalic etc. În continuare, heliul se răcește de la temperatura intermediară (aproximativ 700°C) pînă la temperatura minimă, de ordinul 400°C, căldura cedată servind în cazanul *5* pentru producere de abur. Aburul produs de acest cazan este utilizat parțial ca abur de reacție (pentru producerea gazului de sinteză) și parțial ca abur energetic, producîndu-se energie electrică prin intermediul turbogeneratorului *6—7* (într-un circuit clasic de instalație de forță cu abur). S-au studiat și se construiesc în Japonia centrale nucleare care funcționează după schema de principiu discutată, centrale care produc pentru un combinat energie electrică, abur tehnologic, energia termică necesară fabricării gazului de sinteză și aburul de proces corespunzător [2].

În figura 3 este redată schema de principiu a unei centrale în care energia nucleară este utilizată pentru producere de energie electrică și abur tehnologic și pentru obținerea apei industriale prin desalinarea apei de mare. Căldura dezvoltată în reactorul nuclear este transportată la cazanul de abur, printr-un circuit de fluid primar (de exemplu heliu). Cazanul produce abur supraîncălzit de parametri relativ ridicați, care în continuare alimentează turbina. O parte din debitul de abur se destinde parțial, pînă la o presiune de ordinul 15 bar, și pe o priză laterală este evacuat în rețeaua de abur tehnologic. Pe o a doua priză a turbinei se scoate un debit mic de abur, la o pre-

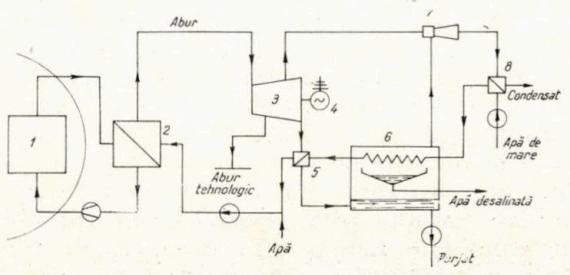



Fig. 3. Schema de principiu a unei centrale nucleare care produce energie electrică, abur tehnologic și apă industrială prin desalinarea apei de mare.

*1* — reactorul nuclear; *2* — cazanul de abur; *3* — turbina cu două prize de abur și cu condensare în vid; *4* — generatorul electric; *5* — condensatorul turbinei; *6* — sistemul de distilare parțială a apei de mare; *7* — ejectorul de vid; *8* — preîncălzitorul de apă de mare.

siune și mai joasă, care alimentează ejectorul de vid. Aburul evacuat final din turbină condensează în condensatorul *5*, la o temperatură de ordinul 80—90°C.

Apa de mare este pompată, în ordine, prin preîncălzitorul *8*, cu aburul evacuat din ejector, prin serpentina din sistemul de distilare și prin condensatorul de abur *5*, la partea inferioară a sistemului de distilare. În acest sistem, apa de mare intră cu o temperatură de ordinul 70°C și se vaporizează parțial, adiabatic, sub vid. Sistemul de distilare este un sistem regenerativ (cu schimb intern de căldură), care conține mai multe celule comunicante în serie și în care se realizează un gradient de presiune și temperatură. Vaporii rezultați condensează pe serpentină, încălzind apa de mare care alimentează sistemul, iar condensatul (distilatul) este colectat printr-o pîlnie și evacuat. Sărurile din apa de alimentare se concentrează în apa purjată din sistem (aproximativ 60% din apa de alimentare). În serpentinele prin care circulă apa de mare pentru a se încălzi, depunerea de săruri este relativ mică, pentru că se lucrează cu diferențe mici de temperatură între fluidele care schimbă căldură. Periodic, sărurile depuse în serpentine pot fi îndepărtate pe cale chimică. Distilatul rezultat (apa desalinată) nu este chiar pur, el avînd un conținut foarte mic de săruri, provenite în primul rînd din antrenarea unor mici picături de apă de către vaporii ce se formează în sistemul de distilare.

La o instalație care lucrează după schema de principiu discutată, în condensatorul *5* condensează aproximativ 35 t/h abur, iar la ejector se consumă 2 t/h abur, producîndu-se 4 500 $m^3$/zi apă desalinată [1].

Într-o instalație care lucrează după o schemă deosebită, în care vidul necesar vaporizării parțiale a apei de mare preîncălzite se realizează prin tragerea unui compresor rotativ, vaporii formați fiind comprimați și utilizați pentru schimbul de căldură regenerativ (nu se mai utilizează căldura de condensare a aburului evacuat din turbină), se consumă la compresor o energie de aproximativ 12,5 kWh pentru obținerea unui $m^3$ de apă desalinată [1].

În afara schemelor prezentate, mai există sau mai pot fi imaginate și alte scheme de centrale, în care energia nucleară este utilizată pentru acoperirea diverselor necesități energetice (tehnologice) ale marilor rafinării sau combinate petrochimice.

În ultimii ani au fost efectuate studii specifice, în special în R.F. Germania, Japonia, S.U.A. și Anglia, cu privire la utilizarea energiei nucleare pentru producerea mixtă de energie electrică, abur tehnologic (pentru antrenări, încălziri, procese de reacție etc.), apă industrială (prin desalinarea apei de mare), energie termică pentru realizarea unor reacții chimice etc. (centralele nucleare obișnuite produc numai energie electrică), în scopul alimentării energetice a marilor combinate industriale, inclusiv a marilor rafinării și combinate petrochimice.

Utilizarea energiei nucleare în astfel de combinate este justificată prin următoarele argumente [4]

— combustibilii petrolieri (păcură, gaze de rafinărie etc.) economisiți, în cantități mari, pot fi astăzi valorificați superior;

— costul combustibilului nuclear este în prezent, în multe țări, mai redus decît costul combustibililor petrolieri, pentru aceeași cantitate de energie dezvoltată (1 kg $U_{235}$ echivalează din acest punct de vedere cu aproximativ $2 \cdot 10^6$ kg combustibil petrolier);

— chiar dacă centralele nucleare necesită investiții mai mari decît centralele clasice, ele sînt economice la puteri mari și la un număr mare (peste 5 000) de ore de utilizare pe an;

— marile rafinării, combinate petrochimice sau chimice necesită puteri mari (în jurul a 1 000 MW sau mai mari) și instalațiile respective funcționează aproximativ 8 000 ore pe an;

— spre deosebire de centralele care consumă combustibili petrolieri, centralele nucleare nu poluează atmosfera, prin eliminare de $CO_2$, $SO_2$ etc.;

— tehnica construcției reactoarelor nucleare și experiența de exploatare a acestora sînt în prezent satisfăcătoare, astfel încît există siguranță în funcționarea reactoarelor și a circuitelor primare de transportare a energiei, în evitarea infectării radioactive etc.

Fiind în general pozitive rezultatele studiilor efectuate, în privința utilizării energiei nucleare pentru alimentarea energetică mixtă a diverselor combinate, s-au construit sau sînt în construcție mai multe centrale nucleare de tipul celor prezentate anterior.

Este posibil ca în următorii ani să se treacă în mai multe țări, pe o scară însemnată, la utilizarea energiei nucleare, în scopul alimentării cu energie electrică, abur, apă etc. a marilor combinate de prelucrare și chimizare a petrolului și gazelor.

**BIBLIOGRAFIE**


1 Costes, G. Revue générale de thermique, 4, nr. 39, 1965, p. 271.

2 Harako, T. Chemical Economy and Engineering Review, 3, nr. 7, 1971, p. 10.

3 Frank, B. Chimie et Industrie-Génie Chimique, 104, nr. 14, 1971, p. 1 739.

4 Dobrinescu, D. Mașini și instalații termice. 1. Instalații de abur, I.P.G.G., București, 1972.

# Considerente asupra regimului optim de exploatare a turbocompresoarelor cuplate în serie pe sistemele de transportat gaze

I. Geangălă şi M. Bălan

Asigurarea cu gaze naturale destinate consumului industrial şi menajer a impus, într-o primă etapă, construirea unui sistem de conducte magistrale cu diametre de la 10 la 32 in, avînd ramificaţii spre aproape toate zonele geografice ale ţării.

După o perioadă de timp de la montarea sistemelor de transportat gaze, necesităţile de consum au depăşit capacitatea conductelor principale, capacitatea corespunzătoare presiunii maxime de pornire din schele, care, la rîndul ei, este limitată de rezistenţa materialului tubular. Pentru soluţionarea acestei probleme s-a trecut la mărirea capacităţii de transportat prin montarea de staţii intermediare de comprimare şi recomprimare.

Primele staţii au fost alcătuite din două grupuri turbocompresoare identice, iar mai tîrziu considerente de ordin tehnico-economic au determinat amplificarea fiecărei staţii cu un al treilea grup de construcţie diferită, dar cu performanţe apropiate.

Destinaţia de bază a ultimului agregat a constat atît din crearea rezervei tehnologice în scopul asigurării continuităţii livrărilor, cît şi din suplimentarea capacităţii generale de transport în timpul vîrfurilor de consum.

Caracteristic pentru funcţionarea sistemelor de transport analizate este faptul că atît regimul presiunilor necesare, cît şi debitele solicitate de consumatorii racordaţi variază continuu şi ciclic, ceea ce reclamă o elasticitate deosebită în funcţionarea staţiilor de comprimare.

Regimul variabil al ansamblului conductă de transport — staţie de turbocompresoare ridică o serie de probleme privind: stabilirea momentului şi numărului de grupuri care trebuie pornite, punerea sub sarcină a staţiei, alegerea regimului optim de exploatare a unuia sau a mai multor agregate aflate în funcţiune, scoaterea din funcţiune a unei maşini ş.a.

Trebuie subliniat faptul că după punerea sub sarcină a unuia sau a mai multor agregate trebuie stabilită şi menţinută constantă, în anumite limite, presiunea de refulare a staţiei, care este parametrul caracteristic al conductelor de transportat gaze şi al dispecerizării gazelor de-a lungul traseelor acestora către punctele de distribuţie sau consum industrial situate la mare distanţă.

Aceste considerente au condus la ideea stabilirii criteriilor de optimizare a regimurilor funcţionale ale turbocompresoarelor, care lucrează cuplate în serie, în cadrul unei staţii intermediare de pe un sistem de transportat gaze la mare distanţă.

## I. Necesitatea cuplării în serie a turbocompresoarelor din cadrul unei staţii intermediare situată pe o conductă magistrală

Dispunerea agregatelor împreună cu schema termoenergetică şi fluxul tehnologic din cadrul unei staţii de turbocompresoare echipată cu trei grupuri este redată în figura 1.

Grupurile pot debita pe conducta magistrală individual sau cuplate în serie, cîte două sau chiar toate trei. Acest lucru este posibil datorită unui ansamblu de conducte dotate cu armături telecomandate, care interconectează corespunzător compresoarele centrifugale de gaze.

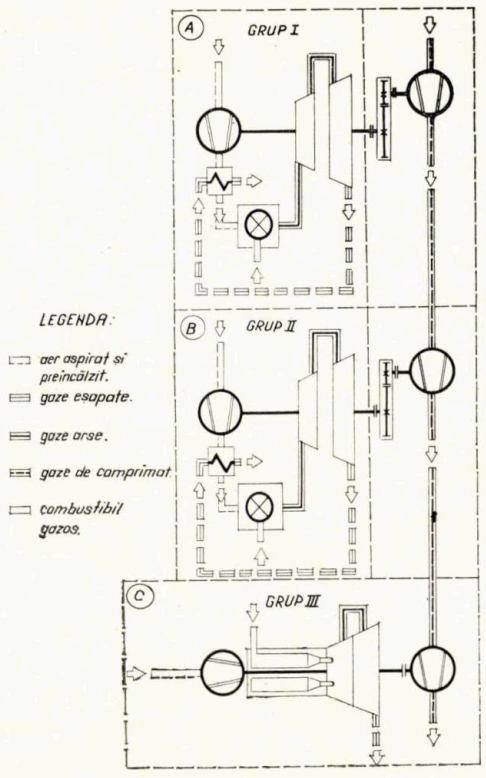



Fig. 1

Staţia a fost realizată în două etape, şi anume: a) Într-o primă etapă au fost montate două agregate (I şi II) amplasate în halele $A$ şi $B$,

fiecare alcătuit din cîte un compresor centrifugal monoetajat axial — radial, antrenate de cîte o turbină cu gaze de tip industrial, cu două axe și recuperator de căldură.

b) În a doua etapă s-a instalat un grup compus dintr-un compresor centrifugal monoetajat radial — radial, antrenat de o turbină aviatică cu două axe, ambele fiind adăpostite în hala *C*.

Turbina cu gaze de tip industrial (Nn = = 2 950 kWh) include un compresor axial cu 10 etaje, care furnizează aerul de combustie, două camere de ardere dispuse vertical și adiacent, turbina auxiliară care antrenează compresorul multietajat și în fine, turbina de putere utilă, care antrenează compresorul centrifugal prin intermediul unui multiplicator de turație.

Turbina cu gaze aviatică (Nn = 2 450 kWh) cuprinde aceleași părți, exceptînd camerele de combustie, care sînt înlocuite printr-un generator de gaze încorporat între compresorul axial de aer și turbina auxiliară (de înaltă presiune) și multiplicatorul de turație, la care s-a renunțat datorită vitezei ridicate a ultimului arbore.

În procesul de transportat gaze, variația debitelor de gaze necesare consumatorilor duce la o variație corespunzătoare a presiunii de pornire din cîmpurile de extracție (a presiunii de refulare a stațiilor de motocompresoare din schele), cît și la variații permanente de-a lungul conductei, inclusiv în punctele de amplasare a stațiilor de turbocompresoare.

Obișnuit, pentru vehicularea cantităților zilnice de gaze de la sursă pînă la capătul axului sistemului, rezultă o anumită presiune în punctul de pornire. Atunci cînd debitul de transportat are tendința de a depăși valoarea-limită a presiunii de capăt, este necesar să intre în funcțiune primul grup turbocompresor, care va majora capacitatea de transport a sistemului prin crearea unei rații de comprimare. Peste o anumită mărime a debitului, care corespunde unei anumite valori a raportului de comprimare, trebuie pus în funcțiune al doilea și eventual al treilea agregat de comprimare, care prin manevre adecvate se înseriază cu primul.

Stabilirea corelării dintre un punct extern de funcționare și parametrii de exploatare interni ai agregatelor, fapt ce determină regimul și numărul grupurilor în funcțiune, se face pe baza diagramelor complexe pe care sînt transpuse performanțele tehnice intrinseci ale fiecărui tip de instalație.

Nomograma complexă în patru cadrane (fig. 2) redă domeniul de funcționare a grupului turbocompresor, care este limitat, pe de o parte, de zona apariției fenomenului de pompaj în compresorul centrifugal, iar pe de altă parte, de zona critică de apariție a vibrațiilor în paletele mobile ale turbinei. Nomogramele agregatelor au fost trasate de firmele producătoare, în urma încercărilor făcute pe bancurile de probă.

Din caracteristicile rotorului compresorului se pot determina poziția punctului de funcționare și domeniul utilizării compresorului centrifugal la diferite debite și presiuni de aspirație. Așadar, nomogramele indică dacă punctul de exploatare căutat se găsește în interiorul cîmpului caracteristicilor practic utilizabile, ceea ce înseamnă deasupra limitei de pompaj al compresorului centrifugal în dreapta turației minime (60%) și în stînga turației maxime (92%), respectiv 105% pentru cazul grupului III.

Deci, pe diagramă se pot citi:

— poziția punctului momentan de exploatare;

— volumul aspirat efectiv;

— turația compresorului în procente din turația nominală;

— randamentul adiabatic al compresorului.

Randamentul adiabatic ($\eta_{ad}$) poate fi transformat în randamentul izentrop al compresorului, raportat la arbore, prin scăderea diferitelor pierderi mecanice, cum sînt: pierderi datorită frecărilor pe pereții racordurilor și știuțurilor, pierderi prin scurgere pe suprafața rotorului, pierderi datorită frecării în lagăre și pierderi datorită încălzirii. Astfel, se admite că $\eta$ compresor arbore izentrop este egal cu $\eta$ adiabatic minus circa 3%.

Indicațiile privind creșterea temperaturii gazelor în decursul comprimării sînt pur orientative, ele fiind stabilite în ipoteza că, la întreaga gamă de debite și presiuni de aspirație, temperatura gazelor la intrarea în compresor este aceeași.

Acest fapt nu corespunde realității transportului gazelor naturale, așa încît, pentru cunoașterea acestei mărimi, în practică se folosesc aparate de măsură, iar pentru soluționarea problemelor de proiectare sau teoretice ele sînt calculate.

Rația de comprimare a unei singure mașini poate varia între 1,05 și 1,27 pentru un debit de 7,6—9 mil. $Nm^3/24$ ore, fiind determinată de factorii:

— menținerea temperaturii gazelor refulate sub 60°C, ceea ce corespunde punctului de curgere a izolației pasive anticorosive a conductei;

— limitarea entalpiei în compresorul centrifugal;

— nedepășirea puterii dezvoltate de mașina de forță (turbina cu gaze).

În cazul înserierii a două agregate, rația poate atinge 1,37 pentru debite de pînă la 11 mil. $Nm^3/24$ ore, iar la cuplarea în serie a trei mașini raportul de comprimare poate ajunge la 1,45 pentru un debit maxim de 12 mil. $Nm^3/24$ ore.

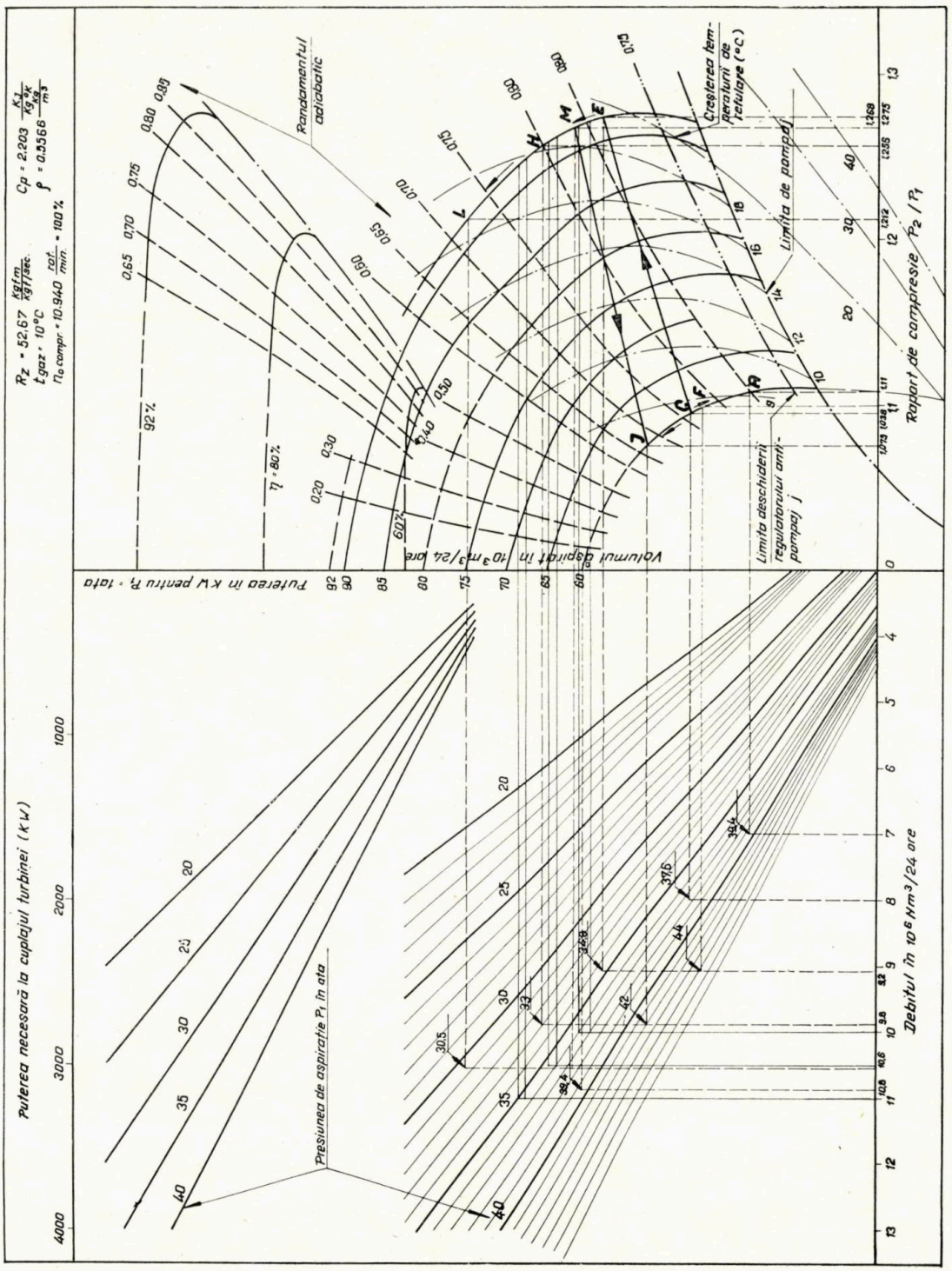

Rz = 52.67 kgfm/kgfsec.
t gaz = 10°C
na compr. = 10.940 rot/min
Cp = 2.203 kJ/kg°K
ρ = 0.5366 kg/m³
Randamentul adiabatic
η = 80%
92%
Puterea în kW pentru Rz = tată
Volumul aspirat în 10³ m³/24 ore
Limita deschiderii regulatorului antipompaj
Limita de pompaj
Creșterea temperaturii de refulare (°C)
Raport de compresie P2 / P1
Puterea necesară la cuplajul turbinei (kW)
Presiunea de aspirație P1 în ata
Debitul în 10⁶ Nm³/24 ore

Fig. 2.

Înainte de pornirea staţiei, prin conducta de transportat gaze curge un debit corespunzător presiunii de pornire din cîmpul gazeifer şi presiunii minime necesare în punctul terminus, adică circa 7,6 mil. $Nm^3/zi$.

O dată cu creşterea consumului peste capacitatea indicată a conductei apare necesară pornirea unuia, a două sau chiar a trei turbocompresoare pînă la atingerea nivelului energetic corespunzător asigurării continuităţii livrărilor pe direcţiile de consum.

Executarea manevrelor fiecărui agregat de comprimare se face prin intermediul comenzilor aflate pe tablourile existente în camera special destinată. Grupurile iniţiale au pentru turbina şi compresorul de gaze panouri separate, iar claviatura exterioară este comandată şi supravegheată de la o schemă sinoptică generală. Grupul III este comandat şi reglat de la un singur tablou central, instalat în aceeaşi cameră de control.

Sistemele de automatizare corespunzătoare grupurilor au funcţiunile :

— demararea — marşul — oprirea oricărui agregat în condiţii de deplină siguranţă ;

— comanda şi supravegherea sistemelor anexe şi auxiliare, cu avertizările respective ;

— securitatea subansamblurilor şi circuitelor în timpul manevrelor sau în perioadele de funcţionare ;

— protecţia antipompaj şi asigurarea nedepăşirii temperaturii maxime pentru gazele refulate.

Reglarea parametrilor compresorului centrifugal se realizează prin intermediul sistemului de reglaj al turbinei cu gaze.

În timp ce funcţionarea compresorului centrifugal este limitată de apariţia fenomenului de pompaj, funcţionarea turbinei cu gaze este limitată de factorii :

— menţinerea turaţiei minime şi nedepăşirea valorii maxime a acesteia, care depinde de caracteristicile geometrice şi de puterea dezvoltată ;

— evitarea loviturilor calorice pe suprafeţele paletelor fixe şi mobile prin respectarea temperaturii maxime admise pentru gazele arse, temperatură determinată exclusiv de calităţile aliajelor întrebuinţate la confecţionarea paletelor.

Sistemul de reglaj al turbinei cuprinde :

— un reglaj de viteză a turbinei de putere ;

— un reglaj de temperatură a gazelor calde la intrarea în turbina de încărcare.

Reglajul ambilor parametri are la bază următorul principiu : menţinerea unui punct de funcţionare prestabilit.

Este de menţionat faptul că ambele mărimi pot fi obţinute şi menţinute fie printr-o comandă manuală, fie automată.

Pentru o deplină clasificare a posibilităţilor de optimizare a regimului de exploatare, se va descrie succint modul de funcţionare a sistemului de reglaj al turbinei.

Principiul acestui sistem de reglaj poate fi enunţat în felul următor : mărimea reglată este întotdeauna cea mai mică dintre cele două mărimi reglate, aşa încît o depăşire a uneia dintre valorile prescrise este exclusă.

În timp ce unul din regulatoare menţine valoarea impusă (turaţie sau temperatură), modulîndu-şi semnalul său de ieşire, celălalt este la sfîrşit de curbă, are semnalul de ieşire constant şi lucrează cu regulator-limită. Acesta nu începe să moduleze semnalul său de ieşire decît în momentul în care valoarea care soseşte atinge limita fixată. În mod concret, dacă se lucrează în reglaj de viteză, regulatorul de turaţie menţine acest parametru constant, modificîndu-şi impulsul emis, după mărimile perturbatoare, între 0 şi 1,4 $kgf/cm^2$.

Valoarea prescrisă regulatorului de temperatură este fixată la valoarea maximă admisibilă pentru turbină. În funcţionarea normală, ea se găseşte sub această valoare. Întrucît există abateri între mărimea impusă şi valoarea instantanee a temperaturii, semnalul de ieşire din regulator este la limita superioară, adică 1,4 $kgf/cm^2$.

Atunci cînd încărcarea agregatului creşte, viteza de rotaţie tinde să scadă, semnalul de ieşire a regulatorului de viteză creşte, comandînd un grad de deschidere a supapei de gaz combustie tot mai mare. În acelaşi timp, temperatura gazelor calde se măreşte, ceea ce permite să se menţină viteza grupului la valoarea impusă. Dacă la un moment dat temperatura gazelor calde atinge valoarea-limită iniţial fixată, regulatorul de temperatură îşi va micşora semnalul de ieşire, iar prin releul adiţional va neutraliza mărimea semnalului de comandă din regulatorul de viteză. Viteza grupului scade uşor, şi semnalul de ieşire a regulatorului de viteză creşte pînă la valoarea sa maximă de 1,4 $kgf/cm^2$.

Regulatorul de temperatură se stabilizează şi comandă de acum încolo maşina. El îşi modulează semnalul de ieşire în aşa fel încît să menţină temperatura prescrisă. Turbina este astfel trecută în reglaj de temperatură, iar regulatorul de viteză acţionează ca regulator-limită.

## II. Procesul de comprimare

În capitolul precedent s-a arătat că funcţionarea grupurilor turbocompresoare este asigurată prin sistemele automate încorporate pe maşini şi în tablourile de comandă realizate concomitent în uzina constructoare.

Racordarea compresoarelor centrifugale la conducta magistrală se poate face numai printr-o serie de manevre executate cu armăturile din instalaţia tehnologică exterioară.

Succesiunea operațiilor aferente fiecărei manevre se comandă de la tabloul cu schema sinoptică.

Pozițiile ocupate de punctele nominale de funcționare în decursul fazelor de pornire sînt înfățișate pe nomograma din figura 2.

Cuplarea primului compresor la conducta de transport reclamă, în primul moment, preluarea punctului nominal de funcționare existent în conductă, adică debitul de 7,6 mil. $Nm^3/zi$, la un raport de comprimare unitar.

Teoretic, acest lucru nu este posibil numai cu turbocompresorul, deoarece din nomogramele caracteristice reiese că, chiar la turația minimă de 60%, debitului vehiculat prin conductă și compresor îi corespunde o rație care în conductă încă nu există. Din acest motiv, la primele instalații s-a prevăzut pe conductele de refulare cîte o clapetă de laminare destinată distrugerii rației de comprimare creată de compresor în faza de mers la relanti.

După cuplarea grupului la conducta de transport, pe măsură ce turbina este ambalată, iar debitul crește peste valoarea inițială, în conducta de transport se creează o diferență de presiune între aspirație și refulare, procese ce decurg în paralel cu deschiderea progresivă a clapetei de laminare, așa încît în final nu se mai anulează nici o cîtime din rația creată de compresor.

Practica a demonstrat că robinetele, împreună cu celelalte armături și organe de primogene montate în claviatura exterioară, creează o rezistență hidraulică suficientă (0,15 la 0,25 $kgf/cm^2$) anulării rației de relanti. Din motivul arătat, manevrele de racordare a oricărui turbocompresor la conductă pot fi efectuate fără a recurge la serviciile clapetei de strangulare. Iată de ce la grupul III nu s-a mai prevăzut și montat clapeta de laminare.

## III. Modul actual de corelare a regimului funcțional al stației cu parametrii conductei

La scăderea temperaturii ambiante sau la intrarea în funcțiune a unui nou consumator, debitul nominal transportat de conductă devine insuficient, ceea ce se manifestă prin scăderea presiunii de sosire a gazelor la capătul sistemului.

Pentru normalizarea situației se pornește primul agregat. După cuplarea la conductă și ambalarea grupului pînă la obținerea puterii maxime, capacitatea de transport crește o dată cu sporirea rației de comprimare.

În exploatarea turbinelor cu gaze, un factor deosebit de important este temperatura exterioară, care influențează puternic parametrii funcționali, contribuind la majorarea puterii dezvoltate în sezonul rece.

Pe diagrama din figura 3 se poate urmări dependența dintre temperatura mediului ambiant, turația turbinei auxiliare și temperatura gazelor arse, la intrarea în camerele de combustie. Este ușor de remarcat că la o variație de $\pm 1°C$ viteza de rotație se modifică cu 7—8 rot./min, iar temperatura gazelor calde cu 1,5—5,5°C. Acest lucru este foarte important, avînd în vedere că debitul comprimat este direct proporțional cu turația, presiunea de refulare variază cu pătratul turației, iar puterea necesară antrenării compresorului variază cu cubul turației:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \frac{P_{ref\,2}}{P_{ref\,1}} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2; \quad \frac{N_{ef\,2}}{N_{ef\,1}} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \quad (1)$$

Așa cum se poate vedea din diagrama reprezentată în figura 4, temperatura exterioară influențează și valorile randamentelor termice, în sensul că sub 15°C valorile acestora prezintă creșteri față de randamentul nominal, în timp ce la temperaturi exterioare, superioare lui

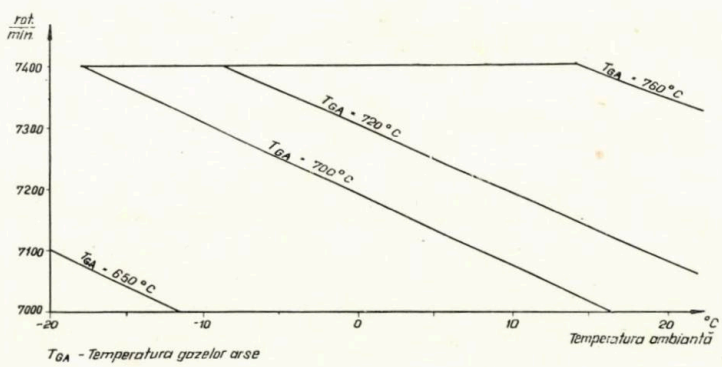



Fig. 3

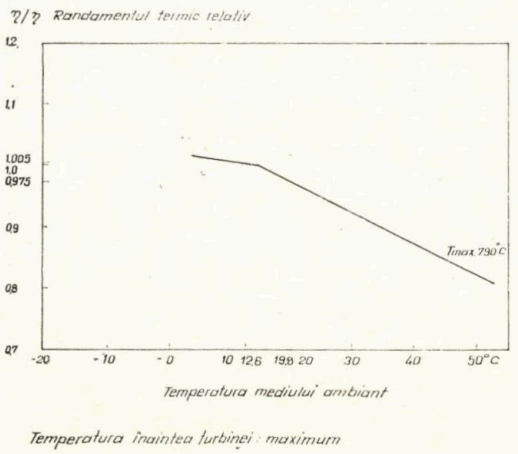



Fig. 4

15°C, randamentele sînt inferioare valorii nominale.

Punctele de funcţionare în cazul funcţionării unui singur compresor, cît şi în ipoteza înscrierii primelor două grupuri, au fost marcate pe nomograma din figura 2. Situaţia din faza anterioară pornirii, intercalarea pe conductă a primului compresor, precum şi înscrierea celui de-al doilea sînt prezentate sintetic şi corelat cu punctele figurate pentru un anumit regim, pe nomograma 2 şi în tabela sinoptică 1.

În situaţia funcţionării primelor două grupuri cuplate în serie, raportul de comprimare pe întreaga staţie se situează între 1,33 şi 1,56, iar diferenţa de putere necesară la arborele compresorului între cele două puncte este de 450 kW.

Atunci cînd consumul momentan sau de vîrf depăşeşte debitul maxim posibil de transportat, cu primele două grupuri se porneşte şi se înseriază cel de-al treilea agregat, pînă la atingerea capacităţii finale a staţiei.

Realizarea unei anumite presiuni de refulare, care în fond corespunde unui debit transportat,

TABELA 1

| COMPRESOR I | COMPRESOR II |
|---|---|
| — Grupul funcţionează în recirculare<br>I $O \rightarrow a$ Pa = Pr = 39,4 ata<br>$\pi = 1$ $Q = 10{,}8 \cdot 10^6$ Nm³/24 h;<br>$n = 60\%$<br>— Se închide regulatorul antipompaj<br>Pa = 39,4 ata; Pr = 43,8 ata<br>II $a \rightarrow A$ $\pi = 1{,}11$; $Q = 7.10^6$ Nm³/24 h<br>$n = 60\%$<br>— Se deschide clapeta de laminare şi se închid robinetele de by-pass.<br>Pa = 37,6 ata; Pr = 41,4 ata<br>III $A \rightarrow C$<br>$\pi = 1{,}098$; $Q = 8 \cdot 10^6$ Nm³/34 h<br>$n = 60\%$ | |
| Se măreşte treptat turaţia maşinii<br>IV $C \rightarrow E$ Pa = 34,8 ata;<br>Pr = 44,4 ata<br>$\pi = 1{,}275$; $Q = 9{,}2.10^6$ Nm³/24 h<br>$n = 92\%$<br>V $E \rightarrow H$ Pa = 33 ata;<br>Pr = 42 ata<br>$\pi = 1{,}27$; $Q = 9{,}8.10^6$ Nm³/24 h<br>$n = 92\%$ | IV′ $O \rightarrow F$ Pa = 44,4 ata;<br>Pref. = 49 ata<br>$\pi = 1{,}1$; $Q = 9{,}2.10^6$ Nm³/24h;<br>$n = 60\%$<br>V′ $F \rightarrow J$ Pa = 42 ata;<br>Pref = 45,8 ata<br>$\pi = 0{,}75$; $Q = 9{,}8.10^6$ Nm³/24 h<br>$n = 60\%$ |
| VI $H \rightarrow L$ Pa = 30,5 ata;<br>Pr = 37,5 ata<br>$\pi = 1{,}212$; $Q = 10{,}5 \cdot 10^6$ Nm³/24 h<br>$n = 92\%$ | VI′ $J \rightarrow M$ Pa = 37,5 ata<br>Pr = 48 ata<br>$\pi = 1{,}27$; $Q = 10{,}5.10^6$ Nm³/24 h<br>$n = 92\%$ |

Ambele turbocompresoare sînt încărcate la întreaga capacitate.

se obţine prin intermediul sistemului de reglaj al maşinilor de forţă. Obişnuit, se utilizează funcţionarea în reglaj de turaţie constantă. La emiterea comenzii de creştere a vitezei, turbina se poate ambala pînă la limita de putere, care corespunde temperaturii maxime supravegheate de sistemul de securitate electronic, în timp ce la comanda reducerii turaţiei, aceasta nu poate fi coborîtă sub limita prestabilită constructiv, fixată şi urmărită de regulatorul automat de viteză. În acest mod, cele două grupuri sînt progresiv accelerate, în limitele permise, pînă cînd presiunea de refulare a compresorului II ajunge la valoarea dorită.

Analizele postfuncţionale au condus la o serie de constatări asupra sistemului de comandă practicat, dintre care cele mai importante sînt :

— repartiţie inegală pe cele două turbine a puterilor necesare comprimării;

— diferenţe importante între cele două maşini, în ceea ce priveşte consumul de gaz combustibil şi puterea dezvoltată în cazul repartizării uniforme a raţiilor de comprimare;

— diferite valori ale alunecărilor (turaţie turbină auxiliară — turaţie turbină putere), care face impasibilă (îndeosebi la debite mari) funcţionarea agregatelor cu viteze egale;

— avarii tehnice, îndeosebi la paletele mobile ale turbinei auxiliare, cauzate de supraîncărcarea maşinilor.

## IV. Criteriile de exploatare în regim optim a două agregate de acelaşi tip

Pe măsura creşterii perioadelor anuale de funcţionare şi a debitului mediu zilnic transportat, o problemă esenţială a constat în determinarea parametrului conducător al regimului funcţional a două turbine, care antrenează compresoare înseriate. Acest deziderat a izvorît din înseşi constatările enumerate la sfîrşitul capitolului precedent, precum şi în scopul obţinerii unei repartizări echitabile a sarcinii, în condiţii de maximă economicitate şi evitînd suprasolicitările termice.

Pentru a determina parametrii şi regimul optim cu mijloacele de calcul clasice, s-au luat în consideraţie cîteva situaţii funcţionale frecvente, avînd mărimile caracteristice, care constituie înseşi datele iniţiale ale problemei, redate în tabela 2.

TABELA 2

| Debit, Nm³/24 ore | Presiuni, ata | | Raţie totală $II_I$ | Temp. de aspiraţie, °C | Turaţia grupului I, rot./min. |
|---|---|---|---|---|---|
| | aspiraţie | refulare | | | |
| $10. \times 10^6$ | 36 | 48 | 1,333 | | 70% |
| $10{,}5 \times 10^6$ | 35,5 | | 1,352 | 10 | 75%<br>80%<br>85% |
| $10 \times 10^6$ | 35 | | 1,374 | | 90% |

Se remarcă faptul că presiunea de refulare este menținută constantă la nivelul energetic corespunzător asigurării transportării debitului la destinația celui mai îndepărtat consumator.

Rațiile indicate reprezintă raportul total de comprimare pe întreaga stație sau, mai precis, pe primele două grupuri luate în considerație.

Temperatura gazelor la aspirație a fost admisă aceeași în toate cazurile.

Date fiind încărcările agregatelor pentru fiecare din regimurile presupuse și cunoscînd că punctul nominal al agregatelor este de 10,2 mil. Nm³/24 ore, fiecare regim a fost calculat în cinci variante funcționale posibile, variante care preconizează, pentru primul grup, vitezele de rotație specificate în tabela 2.

La cele menționate s-au adăugat caracteristicile fizice ale fluidului vehiculat, și anume :

$$R_z = \frac{848}{M} = \frac{848}{16{,}1} = 52{,}67 \left[\frac{\text{kgf.m}}{\text{kgf/°K}}\right]$$

$$C_p = 0{,}528 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg°K}}\right] = 2{,}203 \left[\frac{\text{kj}}{\text{kg°K}}\right] \qquad (2)$$

$$\rho = 0{,}5566 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$$

Față de datele menționate, mai sînt stabilite constantele de calcul specifice fiecărui debit și care sînt cuprinse în tabela 3.

Pe baza acestor date au fost determinate, utilizînd în mod combinat relațiile termodinamice împreună cu diagramele și nomogramele utilajelor, mărimile :

a. Corespunzător fiecărei trepte ale vitezei de rotație, debitului și presiunii de aspirație date, se citește în nomograma din figura 2 rația aferentă grupului I.

b. Întrucît de la început am impus condiția ca raportul de comprimare să rămînă constant, rația celui de-al doilea grup se determină cu relația :

$$\pi_B = \frac{\pi_T}{\pi_A} \qquad (3)$$

c. Sînt calculate presiunile de refulare ale grupului I, care sînt totodată și presiuni de aspirație pentru grupul II.

TABELA 3

| Debit, Nm³/24 h | Debit masic, kg/s | Debit volumetric în condițiile de aspirație (T1, Pa), $\frac{13^3\ \text{m}^3}{24\ \text{h}}$ |
|---|---|---|
| $10 \times 10^6$ | 83,14 | 289,0 |
| $10{,}5 \times 10^6$ | 87,27 | 312,0 |
| $11 \times 10^6$ | 91,44 | 331,7 |

d. Creșterea de temperatură a gazelor refulate în procesul de comprimare se obține cu relația :

$$\Delta T = T_0 \frac{\psi_A}{\eta_A} [°\text{K}] \qquad (4)$$

în care, pentru mașina a II-a :

$$\psi_A = \frac{T_1}{T_0} = \pi_A^{\frac{K-1}{K}}; \qquad (5)$$

$\eta_A$ — randamentul adiabatic al compresorului centrifugal — se extrage din nomograma 2 ;

$T_0$ — temperatura, în grade absolute, la aspirația grupului I — se cunoaște din tabela 2.

În acest mod se pot cunoaște imediat temperaturile de refulare ale fiecărui compresor.

e. Viteza aparentă de rotație ($n_B$ $x$) a grupului II se citește, cunoscînd $II_B$, debitul și presiunea de aspirația a compresorului II, tot din nomograma din figura 2.

Pentru a se cunoaște turația efectivă a grupului II, acestei viteze i se aplică corecția termică (a numărului Mach), în funcție de raportul creșterilor de temperatură în lungul paletelor :

$$\frac{n_B}{n_0} = n_0 \sqrt{\frac{T_1}{T_{10}}}; \qquad (6)$$

f. Puterea necesară la axul compresorului centrifugal de gaze se poate calcula, în fază inițială, luînd în considerare numai temperatura de aspirație, iar după dezvoltarea calculelor sau punerea în funcțiune a unei noi instalații, calculul se face pe baza diferenței de temperatură dintre aspirație și refulare. Pentru situațiile de referință, s-au aplicat ambele căi, reținîndu-se valorile maxime.

f.1. Lucrul specific izentrop al compresorului notat cu $N^*$ este o funcție a mărimilor fizice ale mediului aspirat și a raportului de comprimare II :

$$N^* = f(\rho, z, R, T_1, x, \pi) \text{ [kWh/Nm}^3\text{]}$$

$$N^* = \rho_0 \cdot Z \cdot R \cdot T_1 \cdot \frac{x}{x-1} \left[\pi_I^{\frac{x-1}{x}} - 1\right] \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{3600} \text{ [kWh/Nm}^3\text{]} \qquad (7)$$

$$N_{iz} = N^* \cdot Q_0 = N^* \cdot \frac{Q}{24\ \text{h}} \text{ [kW]} \qquad (8)$$

Din relațiile arătate se află puterea de antrenare a compresorului centrifugal, neglijînd pierderile prin transmisiile mecanice :

$$N_{compr.} = \frac{N_{iz}}{\eta_{iz}} = N_{arb\ turbină} \text{ [kW]} \qquad (9)$$

Puterea de antrenare, inclusiv pierderile prin transmisie, se determină cu relaţia :

$$N_{compr.} = \frac{N_{iz}}{\eta_{iz} \cdot \eta_{trans.}} = N_{turbină} \text{ [kW]} \quad (10)$$

Deoarece, acum se cunosc puterea necesară la arborele turbinei, precum şi rapoartele corespunzătoare turaţiilor, este posibil să se determine randamentul de sarcină parţială a turbinei cu ajutorul diagramei de corecţie reprezentată în figura 5.

f.2. La stabilirea puterii necesare la arborele unui compresor centrifugal, pentru comprimarea cantităţii de gaze luate în consideraţie, şi la parametrii arătaţi, se aplică relaţia :

$$N_A = m \cdot c_p \cdot \Delta T_A \text{ [kW]} \quad (11)$$

Dar pentru determinarea puterii necesare la cuplajul turbinei cu gaze, respectiv înaintea multiplicatorului de turaţii (i = 1,6), se adaugă la puterea determinată anterior ($N_A$) pierderile de putere prin multiplicator ($\Delta N_{mec}$), pierderi ce se extrag din diagrama trasată în figura 6 :

$$N_{TG} = N_A + \Delta N_{mec} \text{ [kW]}$$

g. Consumul orar de combustibil, indiferent de calea urmată la calculul puterii, se calculează plecîndu-se de la relaţia :

$$B = \frac{860\, N_{TG}}{\eta_T \cdot H_i} \left[ \frac{\text{Nm}^3}{\text{oră}} \right] \quad (12)$$

unde :

$H_i$ = 8 500 kcal/Nm³

$\eta_T$ — randamentul termic al turbinei monobloc — obţinut prin diagrama 6.

h. În funcţie de puterea utilă relativă $\left(\frac{N}{N_0}\right)$ şi de turaţia relativă a turbinei de putere utilă $\left(\frac{n}{n_0}\right)$, se extrage din diagrama 5 raportul $\frac{T}{T_{max}}$. Cunoscînd temperatura-limită admisă înaintea turbinei, se calculează pentru fiecare punct de funcţionare temperatura gazelor arse.

i. Tot din diagrama 5 se citeşte şi valoarea randamentului relativ $\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)$, aşa încît, ştiind că randamentul termic maximal al maşinii este de 26,5%, se determină randamentele situaţiilor luate în consideraţie. Cunoscîndu-se puterea necesară procesului de comprimare şi randamentul termic, se stabileşte puterea dezvoltată de gazele combustibile arse $N_{gc}$.

Cu datele calculate au fost trasate, pentru situaţiile din tabela 2, nomogramele din figura 7. Analiza acestor nomograme relevează :

— Nivelul temperaturilor gazelor arse înaintea intrării în turbină creşte o dată cu debitul şi raţia de comprimare şi aproape proporţional cu puterea.

— Temperaturile gazelor arse la grupul I, corespunzătoare vehiculării debitelor de 10,5 şi 11 mil. m³/24 ore, sînt sensibil egale, iar la grupul II cele aferente debitelor de 10 şi 10,5 mil. Nm³/24 ore.

— Puterea grupului II prezintă variaţii importante şi continuu crescătoare o dată cu majorarea cantităţii de gaze vehiculate.

— Puterea dezvoltată de grupul I, în condiţiile de funcţionare arătate, se modifică foarte puţin la schimbarea sarcinii totale.

— Puterea însumată a celor două agregate permite comprimarea, în condiţii de siguranţă deplină a debitului de 11 mil. m³/zi, adică se poate depăşi capacitatea nominală cu circa 10%.

— Randamentele adiabatice ale compresorului centrifugal din treapta I (grup I) sînt

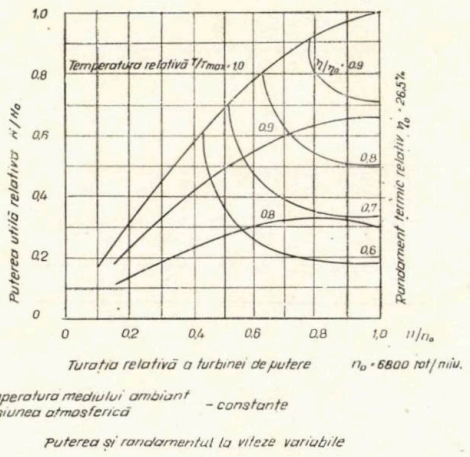



Fig. 5

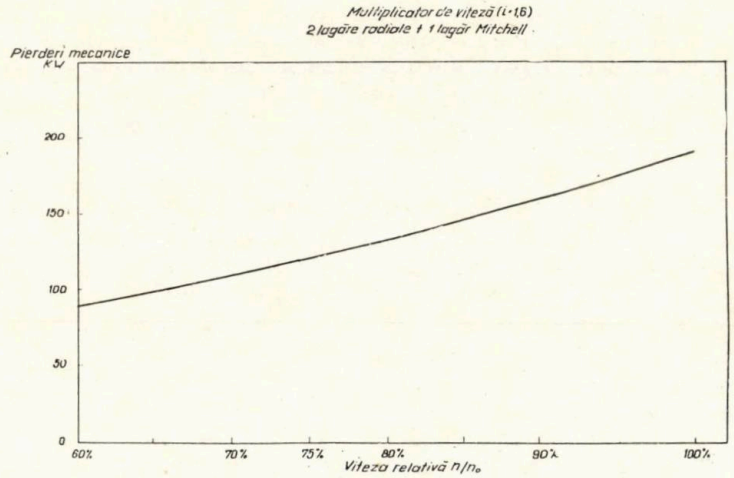



Fig. 6

inferioare celor cu care lucrează compresorul grupului II.

— Randamentele termice ale turbinei cu gaze din grupul I ating valorile cele mai ridicate, pe cînd la grupul II turbina lucrează cu randamente mai scăzute.

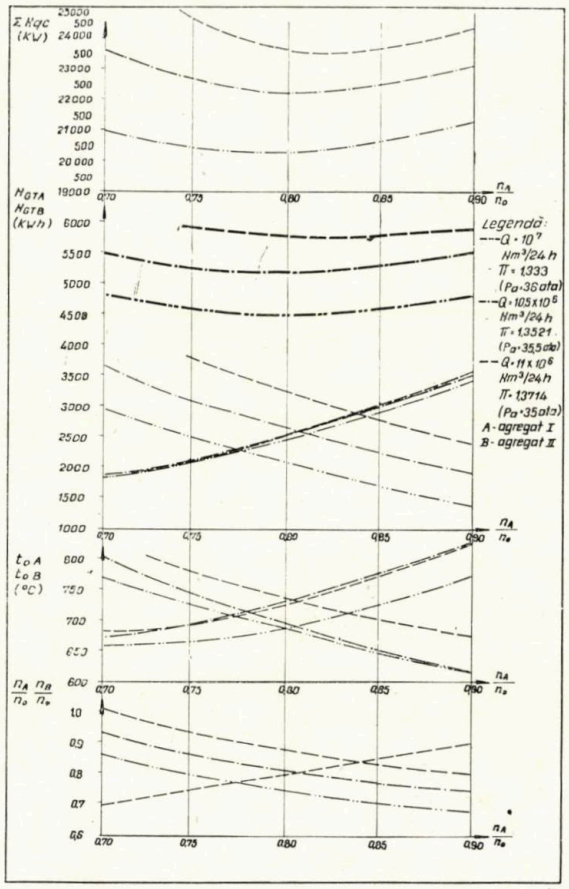



Fig. 7

Analiza comparativă a nomogramelor din figura 7 demonstrează faptul că criteriul conducător al funcționării turboagregatelor cuplate în serie trebuie să fie puterea total dezvoltată, prin arderea combustibilului minimă și, deci, prin consum de gaze minim. În această situație, este lesne de văzut că pentru debite de 10 mil. m³/zi aceasta înseamnă turații diferite la cele două turbine, temperaturi ale gazelor arse aproape egale (10°C diferență) și puteri unitare diferite cu 250 kWh. În cazul comprimării a 10,5 mil. m³/zi, diferența de încărcare se reduce la circa 125—135 kWh, în timp ce temperatura gazelor arse la grupul II este superioară cu circa 35°C, iar turațiile sînt aproape identice. Pentru debite de 11 mil. m³/zi, exploatînd mașinile după acest parametru, puterile diferă cu circa 200 kWh, temperaturile turbinei I sînt mai ridicate cu aprox. 15 la 20°C, iar viteza grupului II este superioară cu 270—300 rot./min.

Menționăm în mod deosebit faptul că nu poate fi vorba de un punct fix, care are regimul optim, ci de o zonă în care acesta poate fi încadrat.

În vederea stabilirii influenței presiunii de aspirație asupra regimului funcțional, s-au determinat parametrii corespunzători datelor inițiale cuprinse în tabela 4.

TABELA 4

| Debit, Nm³/24 ore | Presiuni, ata | | Rație totală $II_I$ | Temp. de aspirație °C | Turația grupului I, rot./min. |
|---|---|---|---|---|---|
| | aspirație | refulare | | | |
| $10 \times 10^6$ | 37 | | 1,2973 | | 70 % |
| $10{,}5 \times 10^6$ | 36 | 38 | 1,333 | 10 | 75 % |
| | | | | | 80 % |
| $11 \times 10^6$ | 35,5 | | 1,332 | | 85 % |
| | | | | | 90 % |

Nomogramele obținute pentru aceste puncte au fost suprapuse, pentru fiecare situație în parte, peste cele anterior trasate. Aceste nomograme de comparație sînt înfățișate în figurile 8, 9 și 10.

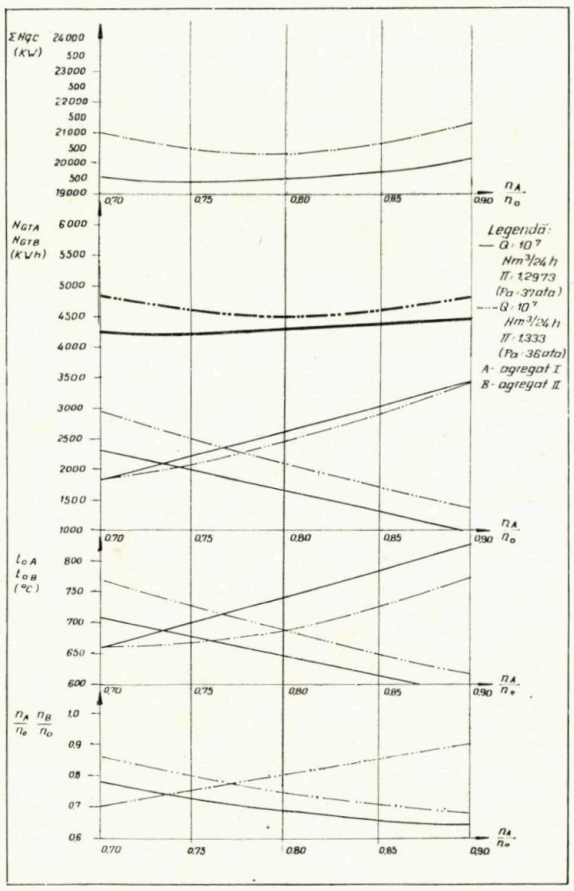



Fig. 8

La fiecare caz în parte se constată că, pentru aceleași condiții de debit dar la presiuni de aspirație mai mici, diferențele de temperaturi și putere se accentuează pentru turații aproape egale.

1. Stabilirea regimului funcțional al agregatelor de comprimare cuplate în serie trebuie să aibă la bază parametrii care corespund consumului minim de combustibil, pe fiecare grup turbocompresor.

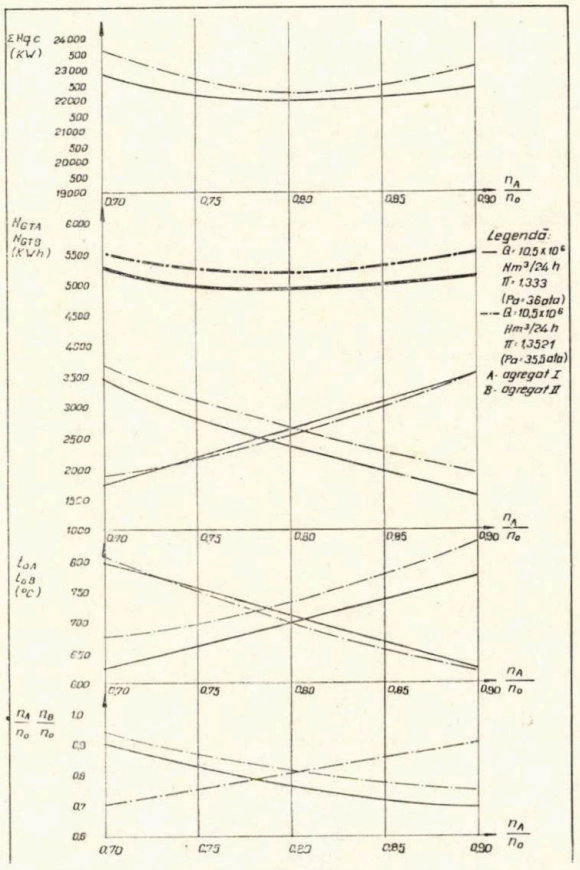



Fig. 9

2. Vehicularea debitelor de gaze în limita unor rații de comprimare date, în afara domeniului reieșit din nomograme, generează supra-solicitarea agregatului, ceea ce se soldează cu accidente tehnice grave.

3. Introducerea exploatării turbocompresoarelor pe baza nomogramelor cuprinse în articol conduce la efecte economice importante, cum sînt :

— reducerea cheltuielilor pe 1 000 m³ gaze comprimate, prin micșorarea consumului de gaz carburant ;

— excluderea avariilor provocate de supratemperatura gazelor arse, care conduce la fluajul și distrugerea paletelor mobile și fixe ale turbinei cu gaze ;

— micșorarea volumului de piese de schimb consumate în decursul exploatării ;

— asigurarea condițiilor de funcționare a utilajelor pînă la fiabilitatea garantată.

În vederea realizării optimizării propriu-zise și integrale a procesului de comprimare pe principiul stabilit, este imperios necesar a deține parametrii caracteristici pentru multitudinea situațiilor ce pot surveni în practică.

Pentru cazul funcționării în serie a două turbocompresoare de tipuri diferite, respectiv grupul II și III sau I și III, se va reveni în partea a doua a materialului.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Drug, V. și Ungureanu, O. Transportul gazelor naturale Ed. tehnică, București, 1972.
2. Bălan, M. și Geangălă, I. Tendințe actuale în echiparea stațiilor de comprimare montate pe sistemul de transport gaze. Petrol și gaze, nr. 5, 1972.
3. Bălan, M. Reglarea automată a parametrilor de exploatare la o stație de turbocompresoare montată pe o conductă magistrală de gaz metan — Culegerea de referate susținute la simpozionul ce a avut loc la Mediaș în 2—4 octombrie 1969.

# CRONICĂ

## Despre începuturile și evoluția industriei petroliere polone

Țițeiul a fost cunoscut în Polonia de acum cîteva secole.

Primii prospectori ai acestei bogății naturale au fost țăranii, care, observînd, în anumite localități, apariția țițeiului la suprafață, săpau gropi sau puțuri în care acesta se aduna. Țițeiul astfel captat era folosit, la început, numai pentru unsul osiilor diferitelor vehicule și, adeseori, ca medicament pentru tămăduirea unor boli de piele și plămîni.

Medicul Ștefan Falimierz, în publicația sa tipărită în anul 1534, este primul care, într-unul dintre capitole, vorbește despre folosirea petrolului în medicină. Altă mențiune asemănătoare se găsește în cartea lui Hieronim Spiczynski publicată în anul 1556.

Conform unor documente din secolul al XVI-lea, găsite la mănăstirea franciscană din Krosno, petrolul a fost folosit, în acele timpuri, la iluminatul străzilor orașului Krosno și ale orașului Drohobycz, bineînțeles numai sub formă de lanterne.

Despre folosirea petrolului din timpuri vechi în Polonia, există și alte publicații, ca :

— Publicația lui Marcin Urzedowski din 1595, care cuprinde un paragraf despre asfalt și bitumen și despre confecționarea lumînărilor din ozocherită ;

— Publicația lui Erazm Syxt din 1617, în care se vorbește, între altele, despre distilația țițeiului brut pentru obținerea diferitelor fracțiuni și care dă primele informații despre exploatarea țițeiului în regiunea Drohobycz — Boryslaw, regiunea ulterior cea mai productivă în țiței din fostele granițe ale Poloniei ;

— Publicația reverendului Gabryel Rzaczynski din 1721 și 1742, publicată în ,,Historia Naturalis curiosa Regni Poloniae'' și ,,Actuarium Historiae naturalis Regni Poloniae'', unde se semnalează exploatarea țițeiului brut în multe localități din Polonia, ca : Krosno, Iwonicz Turaszowka, Glowianka, Ropianka, Potok și Frysztak, și vorbește despre înmagazinarea țițeiului în roci, indicînd folosirea lui pentru unsul roților, iluminare, scopuri medicale și tăbăcitul pieilor.

Nu este cazul să enumerăm aici multe alte documente care aduc mărturii despre existența țițeiului în Polonia și folosirea lui din cele mai vechi timpuri.

La începutul sec. al XIX-lea, Josef Hecker a obținut, prin distilarea parțială a țițeiului brut extras din Truskawiec, o proporție de 2/5 petrol lampant bun de folosit pentru iluminat. Acest petrol a fost utilizat și la iluminarea cazarmei din orașul Drohobycz, iar în anul 1817 același Iosef Hecker semnează un contract cu orașul Praga din Cehia, prin care vinde acestui oraș 16 t de petrol lampant, la suma de 340 guldeni t.

Lucrarea lui G.G. Pusch, ,,Geoghostische Beschreibung von Polen'', apărută la Stuttgart în 1836, apreciază producția anuală de țiței în Polonia, extrasă cu mijloacele primitive de atunci, la circa 290 t, arătînd că din acest țiței brut se poate obține circa 40% petrol lampant.

După multe experiențe făcute între anii 1852—1853, farmaciștii Ignacy Lukasiewicz și Ian Zeh au obținut, din țițeiul brut, un distilat perfect pentru iluminat, iar prima lampă de petrol a fost construită în Polonia de Adam Bratkowski și Ignacy Lukasiewicz.

Primul iluminat cu lămpi de petrol a fost introdus în spitalul din Lwow, la data de 31 iulie 1853. Folosirea petrolului la iluminat a contribuit la dezvoltarea rapidă a industriei petrolifere poloneze, iar Ignacy Lukasiewicz este, pe drept cuvînt, socotit părintele industriei poloneze de petrol.

Din cele expuse mai sus rezultă că industria polonă de petrol este una dintre cele mai vechi din lume, dacă nu cea mai veche.

J. Lukasiewicz, mutîndu-se din Lwow la Gorlice, a început explorări pentru obținerea țițeiului cu metoda minieră, ceea ce a dus la descoperirea mai multor cîmpuri petrolifere, ca : Sekowa și Bobrka (1851) cu o producție de circa 660 t anual.

Pentru prelucrarea acestui țiței, J. Lukasiewicz a construit prima rafinărie de petrol la Ulaszowice, lîngă Jaslo (1856), a doua, la Kleczany (1858) și a treia la Polanka (1861). Mai tîrziu, în 1865, a fost construită în Chorkowka rafinăria de petrol cea mai modernă din acele timpuri, ale cărei produse erau livrate, în principal, la Viena și Berlin.

Străduindu-se pentru continua dezvoltare a industriei petroliere poloneze, J. Lukasiewicz avea, în același timp, mare grijă pentru condițiile sociale ale lucrătorilor la schela Bobrka și la rafinăria de petrol. Lucrătorii locuiau în barăci bine amenajate, prevăzute cu băi ; în anul 1866 a fondat o casă de ajutor care plătea lucrătorilor bolnavi un ajutor bănesc ; în caz de deces, acoperea cheltuielile de înmormîntare și plătea ajutor familiilor ; de asemenea, după 20 de ani de muncă în întreprindere, lucrătorii primeau o pensie de bătrînețe.

Pentru modernizarea metodelor de exploatare a țițeiului, J. Lukasiewicz trimite în S.U.A., în jurul anului 1871, pe Adolf Jablonski, unul dintre colaboratorii săi apropiați, și apoi succesorul său. După o ședere de 2 ani acesta se întoarce în țară și în anul 1885 publică, pe cont propriu, o lucrare despre metodele de foraj și exploatare a țițeiului. Lucrarea aceasta este prima publicație de specialitate în limba polonă în această direcție.

După succesele obținute în extragerea țițeiului prin metoda minieră, în Sekowa și, mai ales, în Bobrka, au început, pe toată întinderea Subcarpaților, explorări pentru căutarea țițeiului, conducîndu-se după apariția acestuia la suprafață sau după emanația gazelor.

S-au obținut bune rezultate în partea vestică a Precarpaților în Mecinka Wielka (1853), Kleczany, Ropica Ruska, Siary (1854) Lipinki, Lodyna (1860) Rowne, Rogi, Ropienka (1863), Gorlice, Wojtowa (1864), Uherce (1866), Libusza, Lezyny (1870), Harklowa (1871), Kroscienkonizne (1874), Polana-Ostre (1883), Rajskie (1884), Dominikowice, Kobylanka, Kryg (1885).

Au fost descoperite, cu metoda canadiană de foraj : Wietrzno, Rowne, Weglowka (1888), Schodnica Grabownika (1890), Tarnawa Dolna, Wielopole (1900), la adîncimi de 65—400 m.

În partea mijlocie a lanțului subcarpatic au devenit productive : Nahujowice (1771—1806), Boryslaw (1835—1896), Mraznica, Schodnica (1858), Dubno, Orow (1868), Strzelbice (1880), Rypne (1887), Urycz (1889). Adîncimea inițială a acestor cîmpuri petrolifere a fost de 100—1 000 m.

În partea estică a Subcarpaților s-a descoperit petrolul la Sloboda Rungurska (1875), Niebylow, Bitkow (1897), Pasieczna, Kosmacz (1899), la adîncimi de 160—850 m.

Producția a fost obținută din gresiile de Cretacic, Eocen și Oligocen.

În anul 1897, a fost descoperit, de către Wladislaw Dlugosz, stratul adînc din Boryslaw.

Astfel, an cu an, producția țițeiului brut creștea în Polonia : în anul 1874 a fost de 21 000 t, în anul 1883, de 51 000 t, în anul 1907, de 1 775 950 t, ajungînd în anul 1909 pînă la 2 053 150 t, cea mai mare producție de țiței pe teritoriul fostei Galiții.

Sonda ,,Oil City'', de o adîncime de 1 100 m, a produs, printr-o erupție liberă, 1 500—2 000 t țiței zilnic.

Prospectînd după țiței, au fost date la iveală (1912) bogate zăcăminte de gaze în Bialkowka, Brzezowka, Mecinka.

S-a construit o intensă rețea de conducte spre Polonia centrală. În Brzezowka a fost construită o centrală electrică, destinată industriei petroliere, ale cărei motoare erau acționate cu gaze naturale.

În anul 1924, întreprinderea ,,Gazolina'', cu capital polonez, a descoperit bogate zăcăminte de gaze la Daszawa, lîngă orașul Stryj. Inginerul Wladislaw Sazynok și ing. Marian Wielezynski au un mare merit în dezvoltarea industriei de gaze naturale în Polonia.

Cu timpul, micșorîndu-se producția de țiței în regiunea Noryslaw, s-au intensificat explorarea și exploatarea unor șantiere, ca : Turaszowka (1930), Gorlice—Ropica Polska (1931), Tyrawa Solna (1931), Dolina Niebylow (1937) și s-au dezvoltat altele existente.

Însă, cu toată scăderea producției de țiței, regiunea Boryslaw a rămas pînă în anul 1939 centrul principal al

extracției țițeiului și a ozocheritei în Polonia.

Ca urmare a prospecțiunilor intense, a fost descoperită o serie de mai mari și mai mici cîmpuri petrolifere și gazeifere.

Importantă a fost descoperirea, în anul 1958, a zăcămîntului petrolifer în Partynia, lîngă Mielec, primul zăcămînt de seamă în afară de regiunea Precarpaților; s-a descoperit apoi petrol, în 1961, la Rybaki, în jud. Krosno pe Odra. De asemenea, o tot atît de mare importanță a avut-o descoperirea petrolului în Grobla, jud. Bochnia, și a gazelor din Lubaczow și în raionul orașului Przemysl. În Carpați s-a descoperit petrol la Folusz (1948) și Osobnica (1953), precum și zăcăminte mai adînci, în Wielopole și Mokre.

Pentru mărirea producției, a început să se aplice în unele schele metoda introducerii în strat, sub presiune, a aerului sau a gazelor.

În 1947, s-a făcut în schela Turaszowka proba cu combustie internă în strat, și în 1949 proba de recuperare secundară, prin introducerea în zăcămînt a apei sub presiune, în schela Lipinki, metodă practicată apoi cu succes în schela Turaszowka.

De asemenea, pe scară largă se practică torpedarea și fisurarea hidraulică în stratul petrolifer, acidizarea stratului și tratamente termice. Se fac cercetări cu metoda biologică, pentru animarea stratului petrolifer.

În domeniul extracției s-au introdus noi tipuri de pompe de adîncime. S-au aplicat metode perfectate de epurare, uscare și degazolinare a gazelor și s-au făcut probe de înmagazinare a gazelor în zăcămîntul epuizat în Rostoki.

În ceea ce privește evoluția tehnologiei forajului, pînă în anul 1880 forajul se făcea prin săpare de puțuri ai căror pereți erau căptușiți fie cu trunchiuri de lemn, fie cu țambre.

În anul 1862 Heryk Walter, inginer de mine și geolog, a introdus sistemul de foraj manual de percuție, folosindu-se de geala cu cădere liberă, sistem Fabian, unele dintre ele, săpate anterior, fiind adîncite prin această metodă.

În anul 1870, Albert Fauck a efectuat primul foraj în Kleczany cu metoda cu cablu, numită pensylvană, pînă la adîncimea de 250 m, folosindu-se, pentru acționarea instalației, pentru prima dată, de mașina cu aburi (locomobila). Tot Fauck a folosit geala lui Fabian la forajul de percuție cu prăjini de construcție proprie.

Plin de idei, în 1898, Fauck a introdus în Schodnica troliul ,,Rapid'' de percuție, de mare viteză, iar, mai tîrziu, în 1903, a utilizat troliul de percuție rapidă ,,Expres'' în Boryslaw.

Tot el a conceput metoda de recuperare a carotelor, folosind circulația inversă. Metoda a fost aplicată ori prin percuție, ori prin rotația prăjinilor de foraj. Este interesant de remarcat că metoda aceasta a fost curînd abandonată, ea fiind reluată în Europa, după cel de al doilea război mondial.

Prima tubare a pereților sondelor cu închiderea apelor prin cimentare a fost executată în 1874. Burlanele au fost importate din S.U.A. În 1884 W.H. MacGarvay și J.S. Bergheim au introdus sistemul canadian pentru forajul unei sonde în Uherce. După un succes remarcabil, sistemul s-a împămîntenit și a fost folosit ca sistem dominant peste 50 de ani. Prin unele modificări și perfecționări, el a devenit ,,sistemul polono-canadian''.

Ing. german Anton Raky a conceput, în 1897, un alt sistem hidraulic de percuție rapidă cu prăjini, care, însă, nu a avut succes.

În 1902, Waclaw Wolski inventează și experimentează sistemul hidraulic de percuție cu motor hidraulic deasupra sapei. Acest sistem a găsit aplicație pentru forarea sondelor în Boryslaw, pînă la adîncimea de circa 800 m. Între anii 1903 și 1908, el a fost folosit la Grozny în Rusia, în Silezia și Westfalia. A fost brevetat și în S.U.A.

În jurul anului 1930, s-a introdus forajul Rotary, care a devenit metoda de forare dominantă în industria petrolieră poloneză. S-au făcut cercetări și cu forajul cu turbină; s-a înlăturat complet forajul cu cablu.

Menționăm că, totuși, în anul 1947—1948, în Hankowa, lîngă Jaslo, s-a executat prin foraj cu cablu sonda H—3, cu o adîncime de 1 716 m, cea mai adîncă sondă forată în Carpații Meridionali cu această metodă.

Din anul 1952, se fabrică în Cracovia sapele cu role.

Cu toate că pentru lucrările de prospectare a petrolului au fost destinate multiple mijloace financiare și tehnice, nu s-au descoperit pînă în prezent noi surse mai importante.

Din această cauză, producția de astăzi a Poloniei nu mai satisface nevoile ei proprii. Producția din anul 1970, de 424 214 t, acoperă numai 6% din necesitățile țării.

Datorită acestui fapt, Polonia este condamnată la import. Principalul furnizor de țiței brut este U.R.S.S. În acest scop s-a dat în funcțiune, la 7.XI.1963, o conductă de țiței ,,Amiciția'' prin care se livrează Poloniei țiței brut din cîmpul petrolifer Kuibișev de pe Volga la rafinăria și uzinele petrochimice din Plock, cea mai mare instalație de prelucrare a țițeiului din Polonia.

BIBLIOGRAFIE


1. Czastka, J. J. Nafta w Polsce (Petrol în Polonia). Polska Akademia Nauk, Krakow 1972.
2. Klimkiewicz, W. I. The polish petroleum industry from its inception to 1909 (industria poloneză de petrol de la începutul ei pînă în 1909). Institute on East Central Europe, Columbia University, New York, 1969.
3. Engler, C. și Hofer, H. Das Erdöl, I, II. Leipzig 1909, 1930.
4. Mikucki, T., L'Histoire de l'industrie polonais du pétrole, IV, Section V. II. Pétroleum Congrès in Paris, 1937.


# Cel de-al patrulea Congres internațional despre gazele naturale lichefiate: GNL—4, Algeria, 1974

Cele trei congrese internaționale anterioare au suscitat un interes crescînd, care este evidențiat de creșterea deosebit de mare a numărului participanților, și anume: la G N L—1, ținut la Chicago, în 1968 au fost 760 de participanți; la G N L—2, care a avut loc la Paris, în 1970, s-au înregistrat 1 200 de participanți, iar la GNL—3, ținut la Washington în sept. 1972, numărul participanților a fost de 1 720.

GNL—4 va avea loc în Algeria, între 24 și 27 iulie 1974, în stațiunea balneară Club des Pins, din apropierea capitalei algeriene. El va fi organizat sub egida a trei instituții internaționale: Uniunea internațională a industriei de gaze (UIIG) din Londra, Institutul internațional al frigului (IIF) din Paris și Institutul tehnologiei gazelor (IGT) din Chicago.

Congresul se va desfășura, în decursul celor patru zile, în opt sesiuni tehnice, cu următoarele teme:

1. Piața mondială a GNL
2. Proiectele de transport de mare anvergură a GNL
3. Lichefierea gazelor naturale
4. Procedee, lichefiere și instalații de nivelare a vîrfurilor de consum
5. Transportul GNL pe mare
6. Depozitarea GNL; experiența de funcționare și securitate
7. Noi dezvoltări în industria GNL
8. Aspecte economice și juridice

Cei care doresc să prezinte comunicări în cadrul acestor opt sesiuni urmează să trimită un rezumat de maximum 200 de cuvinte în limba engleză și/sau franceză, cel mai tîrziu pînă la 31 iulie 1973, pe adresa secretarului comitetului comunicărilor: Mr. F.M. Moys, International Gas Union, 17 Grosyenor Crescent, London, S.W.1—Anglia.

În programul congresului se include vizitarea uzinelor de lichefiere din Algeria, a instalațiilor pentru exportul GNL, precum și a șantierelor de gaze naturale ale Algeriei.

# DOCUMENTARE

Postaș, S. A. ș.a. **Influența adaosurilor lubrifiante de tratare a fluidelor de circulație asupra consumului de putere pentru rotirea în gol și extragerea garniturii de foraj.** În : Burenie, nr. 2, febr. 1973, p. 27—29.

În practica de foraj, pentru reducerea uzurii sapelor cu conuri se utilizează pe scară largă fluidele de circulație tratate cu adaosuri lubrifiante (petrolatum oxidat, AGS-acizi grași saponificați ș.a.). Influența acestor adaosuri asupra uzurii sapelor este destul de bine studiată, nu însă și asupra rotirii și extragerii garniturii de foraj.

Se prezintă rezultatele cercetărilor de laborator și de schelă a influenței adaosurilor lubrifiante menționate asupra indicatorilor fluidului de circulație și a turtei de argilă, precum și asupra consumului de putere la rotirea în gol și la extragerea garniturii de foraj.

Se arată că astfel de adaosuri (de exemplu 3 ... 4% AGS) permit reducerea substanțială a consumului de putere pentru rotirea în gol a garniturii — cu 12 ... 41% și a forței de rezistență la mișcarea pentru extragerea ei — cu 6 ... 17%.

Sadretdinov, M. S. ș.a. **Influența accidentelor tectonice asupra randamentului sapelor.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 2, febr. 1973, p. 10—13.

Adesea, datorită incluziunilor, golurilor, îndesărilor și altor cauze, rocile omogene prezintă forabilități diferite. Dacă într-o zonă oarecare aceste particularități au caracterul de regularitate, ele trebuie luate în considerație la proiectare, sau cînd se face analiza randamentului sapelor. Printre factorii geologici care modifică substanțial randamentul sapelor, a căror influență n-a fost încă analizată, trebuie considerată creșterea forabilității în zonele cu fisuri dezvoltate.

În scopul determinării influenței asupra forabilității rocilor a zonelor fisurate provocate de urmările accidentelor tectonice, s-au analizat rezultatele obținute cu marșurile avute la peste 100 de sonde, cu adîncimi variind între 2 100 și 2 250 m, amplasate pe un graben, atît în zona lui interioară, cît și la diferite distanțe în afara lui. Prelucrarea matematică cu ajutorul computerului a indicatorilor de lucru a sapelor utilizate la forarea sondelor respective a dus la următoarele concluzii :

— în zonele accidentelor tectonice randamentul sapelor crește cu circa 1,5 ori ;

— influența accidentelor tectonice se resimte pe întinderea stratelor la distanțe pînă la 200 ... 400 m de la linia de fractură ;

— cea mai mare influență a accidentelor tectonice se resimte în depozitele în care s-a produs dislocarea și în măsură mai redusă — în orizonturile superioare.

Prozorov, G. P. ș.a. **Cercetarea rezistenței la oboseală a metalului prăjinilor de foraj.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 2, febr. 1973, p. 17—19.

În cursul exploatării lor, prăjinile de foraj suportă acțiunea unor încărcări complexe cu semne alternante, care duce la uzură la oboseală a materialului. De cele mai multe ori, aceste degradări se localizează la capetele îngroșate, datorită prezenței concentrărilor de tensiune (filetele) și defectelor de structură (ondularea fibrelor ș.a.) condiționate de procedeul de fabricație (prese hidraulice sau mașini orizontale de forjare).

Cercetarea macrostructurii capetelor îngroșate arată că unghiul de ondulare a fibrei nu este același atît în lungul, cît și pe perimetrul părții îngroșate a prăjinii. În cazul îngroșării la presa hidraulică, mai ales a prăjinilor cu diferență admisibilă maximă la grosimea de perete, unghiul de ondulare a fibrei poate să ajungă la 70 ... 75° în raport cu axa longitudinală.

Încercările la oboseală au confirmat influența gradului de ondulare asupra rezistenței la oboseală a materialului prăjinilor de foraj. În măsura în care procesul tehnologic de fabricație asigură o fibră mai puțin ondulată la partea îngroșată a prăjinii, în aceeași măsură crește rezistența ei la oboseală.

Heinemann, Z. **Modelarea trifazică bidimensională a evoluției producției zăcămintelor de hidrocarburi.** În Erdöl-Erdgaszeitschrift, **89**, nr. 1, ian. 1973, p. 12—19.

În R.P. Ungară se folosește încă din 1967 un procedeu de simulare a zăcămintelor de țiței pentru o exploatare rațională și o urmărire și prezicere a evoluției extracției pînă la epuizarea stratelor productive. Procedeul se bazează pe modele de simulare a zăcămintelor și pe programe de calculator, avînd avantajul că în fiecare punct al zăcămîntului se pot urmări și prezice schimbarea presiunii și saturației, mersul presiunilor de fund a sondelor și mersul extracției.

Dezvoltarea procedeului necesită o calificare corespunzătoare a personalului, cunoștințe temeinice de matematică și experiență.

Se explică succint programul de calculator și ecuațiile principale folosite, dîndu-se detalii pentru rezultatele a două cazuri.

Naghibin, Iu. N. **Experiența lichidării accidentelor de fund cu ajutorul torpilelor cu jet.** În : Burenie, nr. 2, febr. 1973, p. 38—40.

Accidentele tehnice de fund cu rămînerea în sondă a pieselor metalice sînt cele mai numeroase. Cînd mijloacele obișnuite de lichidare sînt fără succes, în timp și cu risc minim de a provoca complicații se reușește lichidarea unor astfel de accidente, dacă obiectele metalice se zdrobesc sau se împing în perete cu ajutorul exploziei. În prezent, se aplică pe scară largă procedeul distrugerii metalului din sondă prin explozia torpilelor cu jet. Prin explozia unei astfel de torpile, din materialul căptușelii conului și a produselor exploziei se formează un jet cumulativ orientat spre talpă, care, mișcîndu-se cu o viteză de 8 ... 10 000 m/s distruge metalul. Acțiunea distrugătoare se amplifică prin unda de șoc ce se propagă prin lichid în urma explodării încărcăturii.

Se prezintă descrierea construcției torpilei cu jet de tipul TKO și a experienței obținute pentru distrugerea prin explozia acestor torpile a metalului rămas la talpă. Se fac recomandări pentru utilizarea torpilelor tip TKO. Se arată numărul mediu de torpile consumate pentru distrugerea obiectelor metalice. Se arată succesiunea operațiilor de lichidare.

Kirpicenko, B.I ș.a. **Unele cauze ale întăririi neuniforme a pastei de ciment în sondă.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 2, febr. 1973, p. 22—25.

Reducerea presiunii hidrostatice asupra stratului în timpul întăririi cimentului se consideră printre cauzele principale ale manifestărilor prin spatele coloanelor cimentate.

Întrucît pasta de ciment din sondă se întărește neuniform în lungul găurii, datorită prizei sale devansate în dreptul stratelor permeabile, s-au studiat etapele procesului de întărire a pastei, ajungîndu-se la următoarele concluzii :

1. Priza devansată a pastei de ciment din dreptul rocilor permeabile față de cele vecine, mai puțin permeabile, se manifestă mai pregnant în cazul unor presiuni de strat anormal de reduse. Priza este cu atît mai întîrziată cu cît este mai redusă presiunea coloanei de pastă de ciment și de noroi de foraj asupra fluidului din strat.

2. În cazul dereglării succesiunii normale (de la talpa sondei spre gura ei) a izolării stratelor în spațiul inelar, datorită prizei mai timpurii a pastei de ciment în intervalele superioare, presiunea exercitată asupra stratelor în partea de fund a spațiului inelar se reduce, ceea ce poate contribui la aderarea mai slabă a cimentului întărit la peretele sondei, mai ales în dreptul stratelor cu presiune ridicată.

Gabdrahmanov, A. G. **Cu privire la cauzele formării depunerilor de cristale și perfecționarea metodelor de combatere a lor.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 2, febr. 1973, p. 46—49.

Depunerile de cristale se formează în conductele de colectarea țițeiului, în sistemele tehnologice de pregătire a țițeiului, precum și în stratele productive ale sondelor de exploatare inundate cu apa injectată.

În urma analizării datelor geologice de schelă și a cercetărilor de laborator s-a stabilit că depunerile de cristale greu solubile, compuse în cea mai mare parte a lor din ghips, se formează prin îmbogățirea apelor dulci injectate cu sulfații din apa fosilă, precum și prin interacțiunea chimică a apei reziduale cu dezemulsionantul NCK (contact negru neutralizat-agent activ ionogen conținînd între 40 și 55% sulfoacizi și sulfosăruri) folosit pentru tratarea țițeiului emulsionat, după următoarea schemă închisă : rezervoarele de colectare — stațiile de injecție a apei — sondele de injecție — stratul — sondele de exploatare.

Pentru a preveni formarea ghipsului, s-a încercat la scară industrială hexametafosfatul de sodiu prin introducerea lui împreună cu NCK în sistemul de tratare a țițeiului și a apelor reziduale folosite pentru injecție. Metoda s-a dovedit eficientă și simplu de aplicat, iar consumul specific, redus de hexametafosfat, permite înlocuirea cu succes a procedeelor existente, de combatere a depunerilor de ghips în strate și sonde.

Gusman, M. T. ș.a. **Probele industriale ale motoarelor de fund elicoidale**. În : Burenie, nr. 2, febr. 1973, p. 3—7.

Datorită limitării în diametru a gabaritelor turbinei de fund, apar greutăți în obținerea unui raport avantajos între momentul și viteza de rotație pentru tehnologia de foraj modernă.

Dintre construcțiile de motoare de fund pentru acționarea sapelor moderne cu conuri, cele mai mari perspective le are motorul hidraulic elicoidal (volumetric) tip D—170.

Se prezintă caracteristica de funcționare a motorului de fund elicoidal și datele obținute la încercarea lui în sondele de foraj folosind sape de 190 și 214 mm. La proba industrială, motorul elicoidal a realizat o avansare dublă. Momentul la axul motorului permite săparea cu apăsări axiale mai mari, și căderi reduse de presiune — utilizarea sapelor cu jet. Limitele de variație a vitezei de rotație a motorului permit să se sape în majoritatea orizonturilor stratigrafice cu o viteză de rotație a sapei, care să asigure un preț de cost minim pe 1 m de avansare și o viteză de marș maximă.

Tragesser, A. și Parker, P. N.. **Folosirea de tehnologii îmbunătățite pentru obținerea de cimentări mai bune a coloanelor pierdute la adîncimi și temperaturi mari**. În : J. of Petrol. Technol., **XXIV**, noiemb., 1972, p. 1 307—1 313.

La sondele cu adîncimi mari și temperaturi ridicate, cimentările coloanelor de burlane sînt operații dificile, care devin și mai complicate pentru coloanele pierdute. La coloanele pierdute, ce pot avea lungimi de multe mii de picioare, dificultatea constă și în faptul că la capătul de sus, unde trebuie să se asigure prize și etanșări perfecte a pietrii de ciment, temperatura statică poate fi mult mai scăzută decît temperatura de la șiu pentru care s-a pregătit pasta de ciment.

Factorii principali de care depinde buna reușită a cimentărilor coloanelor pierdute sînt : cunoașterea precisă a condițiilor de temperatură și presiune a sondei, simularea cît mai fidelă în laborator a condițiilor sondei pentru prepararea celei mai corespunzătoare paste de ciment, compatibilitatea cît mai perfectă între pasta de ciment și noroiul pe bază de produse petroliere, dislocuirea cît mai perfectă a noroiului, folosind centrori de burlane, curățitori de perete, ținerea în mișcare a burlanelor în timpul tubării (mișcare de rotație și mișcarea alternativă pe verticală) și pomparea pastei de ciment în regim de curgere laminară lentă.

Controlul și verificarea acestor factori s-au studiat și s-au aplicat la două proiecte de sondă forate în Texas. Rezultatele obținute au demonstrat eficiența noilor tehnologii îmbunătățite de cimentare a coloanelor pierdute la mare adîncime.

Steinmann, K. **Cercetările cimentului de sondă asupra stabilității la electroliți ținînd seama în mod special de condițiile sondei**. În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, nr. 12, 1972, dec., p. 472—490.

În R.F. Germania, pentru exploatarea zăcămintelor de gaze la mare adîncime, trebuie să se traverseze straturile din Trias și Zechstein, care foarte frecvent sînt purtătoare de ape cu conținut ridicat de cloruri și sulfați ai grupei metalelor alcaline sau alcalino-pămîntoase. Prezența acestor ape de zăcămînt poate duce la distrugerea pietrii de ciment prin electroliții dizolvați în apă.

În studiul său, autorul a căutat să demonstreze influența pe care o are $MgCl_2$ asupra porozității, permeabilității, distribuției porilor și suprafeței interne a pietrei de ciment de sondă API, clasa B, și a cimentului de zgură de furnal HOZ350 L NWHS, folosit ca material de comparație. Condițiile sondei au fost simulate cît mai bine cu putință, folosind o autoclavă.

Pentru încercări, s-au folosit eșantioane cilindrice (3 cm diametru și 3 cm lungime), pregătite din pastă de ciment cu factorul de apă/ciment de 0,4, respectiv 0,7. Din aceeași pastă de ciment, o serie de eșantioane s-au introdus în autoclave, fiind ținute într-o soluție de $MgCl_2$ cu o concentrație de 25%, la presiunea de 210 at și la temperatura de 90°C (corespunzător adîncimii de 4 000 m a sondei), respectiv de 170°C (corespunzător adîncimii de 6 000 m). Alte eșantioane s-au tratat în autoclave în mod identic, însă au fost ținute în apă distilată în locul soluției de $MgCl_2$. Pentru comparație, din aceleași paste de ciment s-au luat eșantioane zero ce s-au păstrat în soluțiile folosite în autoclave, însă la temperatura camerei și presiunea atmosferică.

Eșantioanele tratate s-au păstrat în autoclave 3,28,90 și 170 de zile, după care s-a examinat porozitatea, permeabilitatea, distribuția porilor și suprafața interioară. Eșantioanele executate din pastă cu factorul apă/ciment = 0,4, păstrate în soluțiile de $MgCl_2$, și-au menținut caracteristici perfecte de etanșeitate și după 180 de zile, atît la 90°C cît și la 170°C. Eșantioanele cu factorul apă/ciment = 0,7 au fost complet distruse de soluțiile de $MgCl_2$ după 28 de zile, la 170°C și după 180 de zile, la 90°C.

Cimentul HOZ350 L NWHS are o comportare mai slabă decît cimentul de sondă API clasa B.

*** **Noua unitate de distilare atmosferică — D 11 — la rafinăria de la Gonfreville**. În : Petrole informations nr. 1 262, 1973, p. 23.

Unitatea de distilare atmosferică — D 11 —, recent construită la rafinăria de la Gonfreville, are o capacitate nominală de 9 mil. t/an — aproape 30 000 t/zi și este una dintre cele mai importante din lume, la categoria ei. Prin montarea acestei unități capacitatea rafinăriei de la Gonfreville crește de la 14,3 la 23,3 mil. t/an (circa 72 500 t/zi), astfel încît această rafinărie este a doua din lume.

Noua unitate de distilare cuprinde secții de distilare, de stabilizare a benzinelor, de separare a gazelor lichefiate, precum și o instalație de hidrotratare a produselor principale cu o capacitate de 7 000 t/zi.

Ansamblul este completat de o unitate autonomă de desulfurare a benzinelor grele — D603—cu o capacitate de desulfurare a 4 400 t benzine grele/zi.

Transportul produselor între diferitele instalații a necesitat instalarea a 600 km de conducte.

Instalația va fi automatizată, asigurîndu-se dirijarea producției cu ajutorul unui ordinator.

S-a ținut seamă de combaterea poluării aerului, efectuîndu-se studii privind în special emisiunile în atmosferă. Astfel, un analizor controlează în permanență conținutul de $SO_2$ din fumurile cuptoarelor, a căror dispersie este asigurată printr-un coș de 110 m înălțime. O rețea de televiziune în circuit închis permite o supraveghere permanentă a diferitelor instalații ale acestei unități.

*** **Centrul de studii pentru cercetări gazeifere**, CERGA. În : The Institution of Gas. Engineers J., **13**, nr. 2, febr. 1973, p. 63.

În împrejurimile orașului Bruxelles funcționează de nouă ani laboratoarele naționale CERGA, puse la dispoziția industriei de gaze belgiene.

Aceste laboratoare au rezolvat importante probleme, cum sînt : transformarea vechilor instalații construite pentru gazele de oraș în vederea utilizării gazelor naturale importate din Olanda, recomandarea de procedee pentru condiționarea gazelor naturale și proiectarea instalațiilor respective, transportul gazelor pe conducte (calcule, dimensionare), depozi-

tarea și distribuția gazelor la consumatorii menajeri și industriali, construcția de noi prototipuri de aparate acționate cu gaze și în special încălzitoare, elaborarea standardelor naționale, pentru toată gama de aparate care folosesc gaze naturale, aducînd prin aceasta o mare ușurință fabricanților, operații de măsurare și control, analize chimice etc.

Totodată, CERGA a creat numeroase magazine mecanice pentru montarea și întreținerea instalațiilor de gaze, și a înființat o bibliotecă centrală, pentru informarea publicului asupra realizărilor apărute în domeniul utilizării gazelor naturale.

V r a n k e n, J.: **Combustibilii gazoși și utilizarea lor la motoarele cu ardere internă pentru a minimiza poluarea de eșapament.** În: Gas Abstracts, nr. 12, dec. 1972, p. 247.

Gazele naturale comprimate sau lichefiate sînt carburanți excelenți pentru autovehicule, avînd față de benzină avantajul reducerii nivelului de poluare și al costurilor de întreținere. Industria de propan este foarte interesată la trecerea autovehiculelor pe acești carburanți. Astfel, General Telephone Co economisește cu acești carburanți circa 400 000 dolari pe an, în comparație cu benzina.

Folosind carburanți gazoși în locul carburanților lichizi se asigură un control precis al amestecului aer/carburant și o omogenizare foarte bună a acestui amestec înainte de intrarea în cilindrii motorului.

H i l l e r, H. **Procedee pentru fabricarea înlocuitorilor de gaze naturale.** În: Erdöl und Kohle-Erdgas-Petrochemie, nr. 1, ian. 1973, p. 11—16.

Lipsa de gaze naturale pentru satisfacerea nevoilor industriale a determinat în ultima vreme efectuarea unor cercetări laborioase în scopul găsirii de procese tehnologice pentru fabricarea înlocuitorilor de gaze naturale cu un conținut de 98—99% metan și o putere calorică de peste 9 400 kcal/Nm³.

Prima generație de instalații pentru obținerea de înlocuitori de gaze naturale se bazează pe hidrocarburi de benzină ca materie primă prelucrate în procese catalitice în trepte multiple. În ultimii zece ani British Gas Council a experimentat procesul catalitic cu gaze bogate (catalitic rich-gas process), iar BASF/Lurgi, procesul Gasynthan. Ca o a treia variantă, Japanese Gasoline a introdus în Japonia în ultimii ani procesul cu gaze bogate de metan (methane richgas process). Deosebirea între aceste procedee constă în numărul și succesiunea treptelor și în detaliile echipamentelor. Totuși deosebirea esențială o formează calitățile catalizatorilor folosiți. Se explică succint procesele menționate. În S.U.A. sînt deja în curs de construcție mai multe instalații după procedeul Gasynthan.

Se așteaptă ca încă în cursul acestui deceniu să se transforme cantități importante de cărbune în înlocuitori de gaze naturale. Primele proiecte se bazează pe procedeul Lurgi.

Lipsa de gaze naturale devine tot mai îngrijorătoare pentru viitor. Rezervele mondiale cunoscute de gaze naturale se estimau în 1970 la 42 mrd. t echivalent de huilă. La o exploatare anuală de 1,4 mrd. t echivalent de huilă, la nivelul consumului anului 1970, această rezervă reprezintă o acoperire pe numai 30 de ani.

* * * **Higrometru de buzunar.** În: Pétrole informations, nr. 1 260, 1973, p. 35.

În Marea Britanie s-a construit un higrometru de dimensiuni reduse, denumit „Mini Hygrometer Shaw", cu care pot fi măsurate umidități de la o milionime la punctul de saturație, în gaze, lichide, pulberi, materiale granulate sau în aerul cu un conținut redus de umiditate. Temperatura mediilor a căror umiditate se determină poate fi cuprinsă între −80 și +150°C.

Aparatul funcționează cu o baterie uscată. Datorită folosirii semiconductoarelor cu siliciu montate pe circuite imprimate, dimensiunile acestui aparat sînt 114 × 57 × 32 mm, iar greutatea lui este mai mică de 40 g.

Aparatul are două comutatoare și un cablu la care este legată sonda ce se cufundă în mediul de controlat. Timpul de răspuns al aparatului este mai mic de 1 s și precizia este de +3°C la punctul de rouă.

În rafinăriile de petrol și în alte instalații similare se pot fixa mai multe sonde în diferite puncte, efectuîndu-se verificări rapide. Durata de viață normală a unei astfel de sonde este de zece ani. Sonda constă dintr-un condensator a cărui capacitate variază în funcție de apa absorbită de către dielectric, format dintr-un strat poros de 10 mm grosime. Această grosime extrem de redusă a dielectricului asigură rapiditatea cu care se efectuează determinarea. Variațiile capacității sînt transmise prin circuitul electronic al aparatului la un contor al cărui cadran este gradat direct în grade centigrade la punctul de rouă.

Sondele pot fi montate la distanțe de aparat pînă la 100 m, fără riscul ca măsurările să fie perturbate de către alte aparate.

* * * **Comanda la distanță a instalațiilor electrice.** În: Pétrole informations, nr. 1262, 1973, p. 27.

În Belgia s-a pus la punct sistemul de control la distanță, seria 890, care permite telecomanda vanelor acționate electric, a pompelor, a agitatoarelor etc., cu ajutorul unei combinații originale de diferite tensiuni și feluri de curent aplicate diferit, după cum se transmit diferite comenzi sau se primesc diferite semnale.

Cablajul este redus la minimum, deoarece pentru fiecare punct care se controlează sînt suficiente două conductoare pentru asigurarea a trei comenzi și a trei semnalizări de executare a comenzii.

Sistemul se compune dintr-o unitate centrală în formă de bloc modular cu butoane luminoase și elemente logice pe circuite imprimate.

La nivelul organului comandat, o placă cu releuri ușor integrabile servește drept repetitor de ordin pentru funcțiile: deschidere, închidere, oprire.

Legătura dintre aceste două elemente este asigurată prin două cabluri de tipul celor telefonice. Rezistența fiecăruia poate atinge 150 Ω, deci transmiterea se poate face pînă la o distanță de circa 5 km.

E b e l, R. E. **„Concepții de mare anvergură" în viitoarele planuri U.R.S.S. de construcții a conductelor.** În: Gas Abstracts, nr. 12, dec. 1972, p. 237.

În actualele planuri de perspectivă (1971—1975) se prevede că în U.R.S.S. se vor construi peste 18 600 mile (34 000 km) conducte pentru transportul gazelor și 13 600 mile (22 000 km) pentru transportul țițeiului.

Din regiunile arctice gazele se vor transporta pînă în regiunile industriale din Munții Ural, cu extinderea spre partea europeană a U.R.S.S. Pe acest traseu se va transporta 5 mrd. cuft/zi (circa 140 mil. m³). Conducta, care va costa circa 1,2 mil. dolari și va consuma 1,5 mil. t țevi de oțel, a fost începută în 1972, în prima etapă executîndu-se traseul dintre Medvezhy și Punga, cu un diametru de 48 in, care urmează să se lege la o conductă de 40 in, existentă, ce furnizează gazele în Ural.

Aceste conducte magistrale de gaze au de traversat zonele de permafrost și vor necesita țevi de 56 in diametru. Astfel, conducta Nadym-Ukhta, în lungime de 740 mile (circa 1 200 km), se va monta jumătate în permafrost.

Întrucît, deocamdată, conductele proiectate nu vor putea acoperi exporturile de gaze în Europa, se vor construi două trasee noi din Asia Centrală și pînă la Ostrogoshsk (75 mile de Ucraina de est). Prima conductă, de 48 in diametru și 1 620 mile (2 590 km), va fi gata în 1974, iar conducta a doua, de 56 in diametru și 2 250 mile (3 600 km), va fi gata în 1975. Aceste conducte vor fi prelungînd Ucraina și mergînd pînă în R.S.C. În 1975 U.R.S.S. va livra Europei de Vest în total 288 mrd. cuft (circa 8 mrd. m³) și 530 mrd. cuft (circa 15 mrd. m³) Europei de Est.

* * * **Membrane Bellofram.** În: Pétrole informations nr. 1 263, 1973, p. 28.

În Franța s-au pus în comerț membranele Bellofarm, cu o adîncă convoluție alternativă. Aceste membrane se montează pe capetele pistoanelor, urmăresc deplasarea pistonului și împiedică orice scăpare între piston și cilindru. Ele acționează, fără nici o inerție de frecare, la cele mai mici schimbări de presiune.

Eficiența membranelor Bellofarm nu este redusă de către mici defecte de construcție: excentricitate, joc, starea suprafeței etc. Aceste membrane pot fi folosite la presiuni pînă la

50 bar, la temperaturi de la −40 pînă la +160°C, în prezența aerului comprimat, a apei sau emulsiei de apă, a uleiului mineral obișnuit etc.

Ele pot fi utilizate în toate aparatele de control și reglare: aparate de înregistrare, de comandă, vane acționate electric, contoare, debitmetre, manometre, manostate, regulatoare de debit, de presiune, diferențiale, termostate, vacuummetre, vane de reglare și termostatice, contoare de volum, ca și pentru orice aparat hidraulic sau pneumatic, sistem de reglaj al mașinilor automate, compresoare, prese, vinciuri.

Membranele Bellofarm sînt fabricate în 245 de mărimi standardizate pentru pistoane de 8 la 190 mm diametru și cilindri de la 13 la 200 mm diametru.

*** **Industria petrolieră în Argentina în anul 1972.** În: Pétrole informations nr. 1 262, 1973, p. 29.

Institutul argentinean de petrol publică următoarele date cu privire la industria petrolieră din Argetina în anul 1972.

Producția de petrol a fost de 25 170 300 m³ (2,5% față de 24 565 300 în anul 1971).

Rafinăriile au tratat 26 903 600 m³ petrol (+9% față de 26 676 000 în anul 1971), dintre care 1 737 600 m³ importat (−29,7% față de anul 1971).

Consumul de gaze naturale a fost de 5 977,3 mil. m³ (+14,8% față de anul 1971).

S-au importat 760 300 m³ produse finite (−50,4% față de anul 1971), dintre care păcură 57 000 m³ (−61,6% față de anul 1971), lubrifianți 53 800 m³ (−68,7%) și gaze de sondă lichefiate 649 400 m³ (−28%).

S-au exportat 28 200 m³ petrol (−9% față de anl 1971) și 231 300 m³ produse finite (−35,4%).

Hark, H. U. și Schröneich, H. **Descoperiri noi de țiței și gaze naturale în Marea Nordului.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **86**, nr. 1, ian, 1973, p. 3—11.

În Marea Nordului cercetarea intensă pentru descoperirea de hidrocarburi a început de-abia în 1964, cu cunoscuta sondă „Nordsee N°1", la care a avut loc o erupție de azot. În anii 1961—1963 s-au forat pe mare cîteva sonde fără rezultat, în dreptul coastei olandeze și la sud de coasta britanică. Au urmat apoi foraje de explorare în apele britanice, în bazinul central al Mării Nordului, cu rezultate spectaculare. Aici s-au descoperit gaze naturale în 1965 la West Sole, cu rezerve estimate la 50 mrd. m³, iar în 1966 la Lemann, cu rezerve de 340 mrd. m³, la Indefatigable, cu rezerve de 220 mrd. m³ (toate în formațiunea Rotliegendes) și la Hewett, cu rezerve de 120 mrd.m³ în formațiunea Buntsandstein.

În anii următori și pînă la sfîrșitul anului 1970 s-au mai descoperit în bazinul de sud al Mării Nordului, în fața coastelor britanice și în apele olandeze, mai multe zăcăminte de gaze mai mici. Pe parcursul acestei perioade s-a descoperit cîmpul de gaze Viking, în fața coastelor britanice, cu rezerve estimate la 115—140 mrd. m³, cîmpul Ccd în apele norvegiene din bazinul central al Mării Nordului și în aceleași ape cîmpul de gaze și țiței Ekofisk, cu rezerve de 150 mil. t țiței și 100 mrd. m³ gaze, apoi Ekofisk-West cu rezerve de 66 mil. t țiței și 70 mrd. m³ de gaze, iar în apele scoțiene, cîmpurile mai mici de țiței de la Montrose, cu 35 mil. t rezerve, și cele de la Josephine.

Deosebită importanță a prezentat însă descoperirea în 1970 a cîmpului de țiței de la Forties, în apele britanice, cu rezerve estimate la 325 mil. t. După primele patru sonde de extindere s-au planificat la Forties 60 de sonde de exploatare și, în prima etapă, două platforme fixe. Extracția urmează să înceapă în 1974, cu o producție de 34 000 t/zi, care va ajunge în faza finală la 20 000 t/zi. Evacuarea țițeiului se va face printr-o conductă submarină pînă în golful Cruden, la nord de Aberden.

Pînă la începutul anului 1971 s-au mai găsit și alte cîmpuri de țiței și gaze pe platformele continentale daneze și olandeze.

În anii 1971—1972 activitatea de foraj a cunoscut în Marea Nordului un ritm intens, numărul instalațiilor active crescînd de la 17, în 1971, la 24, în 1972. Pe platformele continentale ale Mării Nordului s-au executat în această perioadă circa 110 foraje de explorare, dintre care circa 55 pe platforma continentală britanică, 25 pe cea norvegiană, 27 pe cea olandeză și 3 pe platforma continentală daneză. Producții comerciale de țiței și gaze, sau combinate, s-au găsit la 25% din cele 110 foraje executate.

Din motive ușor de înțeles, rezultatele obținute de societăți în acești doi ani sînt numai în parte cunoscute, dar aceste date au fost studiate și interpretate de diferiți autori după cum se va arăta în continuare.

Pe platforma continentală britanică seria realizărilor de interes a început în formațiunea Zechstein, cu descoperirea în 1971 a cîmpului de țiței de la Auk, conturat cu cîteva sonde de dezvoltare și estimat la o rezervă de 70 mil. t. În faza de completă exploatare se contează pe o capacitate zilnică de 27 000 t țiței. În același an a urmat descoperirea, probabil tot în orizonturile formațiunii Zechstein, a cîmpului de țiței de la Argyll. La una dintre sonde s-a obținut pe duze strangulate o producție de țiței de 400/470 t/zi, cu greut. sp. 0,85 kg/dm³. Se prevede și aici o rezervă la nivelul celei de la Auk și o producție zilnică de 28 000 t țiței.

În bazinul central al Mării Nordului s-a mai descoperit în 1971 și condensat de gaze provenind din Paleocen, dar care probabil nu are o economicitate asigurată.

Pentru explorările viitoare, forajele executate în 1972 în apele britanice au adus dovada hotărîtoare a importantelor acumulări de țiței în gresiile jurasice din bazinul nordic al Mării Nordului. Ca prim punct important descoperit aici se citează cîmpul de la Brent, unde țițeiul este cantonat în mai multe orizonturi de gresii în succesiune de la precretacic pînă la devon, după alți autori însă de vîrstă predominant jurasică. Rezervele sînt estimate la 135 mil. t, cu trecerea în producție la nivel de 40 000 t/zi în anii 1975—1976 și cu evacuarea țițeiului printr-o conductă submarină pînă în insulele Shetland. Tot în această regiune, ceva mai la vest de Brent, s-a descoperit cîmpul de țiței Cormorant, în gresiile jurasice, cu o rezervă estimată tot la 135 mil. t și o producție probabilă de 40 000 t/zi. Despre cîmpul descoperit în 1972 la Beryl, în aceeași zonă, s-au făcut ceva mai multe comunicări. E. Nettleton arată că țițeiul de la Beryl se găsește în două orizonturi între 1 980 și 2 134 m adîncime (terțiar) și, respectiv, sub 3 050 m (eventual de vîrstă jurasică). La testele făcute pe duză de 5/8 in, primul orizont a produs 450 t/zi, iar al doilea orizont, 422 t/zi de țiței. Rezervele de țiței sînt estimate aici la circa 300 mil. t, deci de ordinul de mărime ale celor din cîmpul Forties.

Pe platforma continentală norvegiană s-au descoperit importante zăcăminte de gaze naturale în cîmpul de la Frigg, din bazinul nordic al Mării Nordului, chiar înaintea lucrărilor de foraj britanice menționate și dezvoltate în această zonă. Rezervele de gaze de aici au fost estimate la 400 mrd. m³ și se găsesc în gresiile paleocene. O altă descoperire importantă de gaze naturale făcută în 1972 în apele norvegiene a fost cea a cîmpului Heimdall, ceva mai la sud de Frigg, cu o rezervă estimată de 100 mrd. m³. Productive sînt pachetele de nisipuri jurastice. Mai la sud-est de Heimdall s-a descoperit tot în 1972 cîmpul de la Bream, unde în două orizonturi mezozoice, la adîncimi sub 3 050 m, s-a găsit țiței.

În cîmpul de la Ekofisk exploatarea de țiței a început deja la 14 iunie 1971 și pînă la sfîrșitul aceluiași an s-a realizat o producție de 300 000 t, care s-a evacuat cu petrolierele. Producția pe 1972 a fost probabil de circa 2 mil. t. Pentru deschiderea acestui cîmp de țiței și gaze sînt planificate 30 de sonde de producție și 8 sonde de injecție de gaze.

Pe platforma continentală daneză au fost forate în 1971—72 numai două sonde de explorare M1 și N1. În intervalul de adîncime 1 860—2 000 m sonda M1 productivă în calcarele formațiunii Dan a realizat la un test de 10 ore, pe duză de 1/2 in, un debit corespunzător la 504 t țiței/zi. La sonda N1 s-a realizat, la un test pe duză de 3/4 in, o producție de 380 t/zi. din aceeași formațiune.

Pe platforma continentală aparținînd R. F. Germania s-au făcut în 1971—1972 numai prospecțiuni seismice. Se contează în viitor pe o reluare a activității de foraj, care este întreruptă încă din 1967.

Despre activitatea de explorare în 1971—1972 pe platforma continentală olandeză s-a publicat foarte puțin. Se menționează rezultatele pozitive cu gaze în două puncte, primul aproape de zona britanică de est, în formațiunea Rotliegendes,

și al doilea aproape de zona R. F. Germania în formațiunea Dab. În fața coastei olandeze s-au terminat între timp zece sonde de gaze și o sondă de țiței, care la testele executate în straturi de vîrstă jurasică și cretacică au produs 400 t/zi. Rezervele sînt estimate aici la circa 50 mil. t.

Pînă în prezent nu se dispune de date exacte și nici nu se cunosc parametrii de zăcămînt pe platformele continentale din Marea Nordului. La nivelul cunoștințelor de astăzi rezervele și producția de gaze și de țiței pe ansamblul întreg al Mării Nordului se estimează după cum urmează :

| | | 1972 | 1975 | 1980 | Rezerve estimate |
|---|---|---|---|---|---|
| Marea Britanie | gaze, mrd. m³ | 20 | circa 40 | circa 80 | 1 100 |
| | țiței, mil. t | 0 | circa 25 | circa 70 | 900 |
| Norvegia | gaze, mrd. m³ | 0 | circa 10 | circa 15 | 600 |
| | țiței, mil. t | circa 2 | circa 25 | circa 30 | 300 |
| Dane-marca | gaze, mrd. m³ | 0 | ? | ? | 50 |
| | țiței, mil. t | circa 0,1 | circa 1 | ? | 50 |
| Olanda | gaze, mrd. m³ | 0 | circa 6,5 | > 10 | 200 |
| | țiței, mil. t | 0 | ? | ? | 50 |

Din rezervele previzibile pentru întreaga regiune a Mării Nordului, estimate la circa 1 400 mil. t țiței și circa 2 000 mrd. m³ gaze naturale, se consideră că 25% sînt rezerve sigure și 25% rezerve probabile. Unii autori apreciază însă rezerve mult mai mari decît cele arătate. Astfel, Birks și Down sînt de părere că, pe lîngă rezerva de 1 400 mil. t de țiței estimată astăzi, se mai poate conta pe alte 4 000 mil. t rezerve posibile. Pentru gaze nu s-au făcut alte estimări suplimentare.

Autorii prezintă succint unele considerații geologice asupra Mării Nordului, însoțite de trei profile geologice pentru bazinul de nord, bazinul central și bazinul britanic de est. Detaliile geologice și tectonice ar putea fi mult extinse și precizate dacă s-ar cunoaște exact și s-ar coordona rezultatele celor peste 350 de foraje de exploatare și miile de mile de profile seismice executate de la început și pînă astăzi de societățile interesate.

Buckmann, D. **Marea Nordului continuă să dețină în emisfera estică locul fruntaș în activitatea de prospecțiuni pe mare.** În : Petrol. Petroche. Intern., nr. 12, dec. 1972, p. 30—33.

Pe platformele continentale ale emisferei estice (Europa, Africa, Asia și Australia) circa 25% din numărul tuturor platformelor mobile de foraj se găsesc în Marea Nordului. După un recensămînt rapid rezultă că pe coastele celor patru continente există 102 platforme în exploatare, în transport pe alte locații sau în staționare pînă la găsirea altor alocații noi. Dintre acestea 23 sînt curent în Marea Nordului, la care se mai adaugă încă două platforme mobile ce lucrează în largul coastelor irlandeze.

Alte zone de importanță majoră în lucrările de cercetare pentru țiței și gaze pe platformele continentale ale emisferei estice se găsesc în primul rînd în Nigeria, apoi în Indonezia și Australia. Se menționează activitățile similare ce se desfășoară și în Golful Persic și pe platformele continentale sud estice ale Asiei, inclusiv Japonia.

Townsend, H. E. **Fisurarea de coroziune sub tensiune în conducte de gaze naturale, analiza unei defecțiuni.** În : Gas Abstracts, nr. 12, 1972, dec., p. 239.

Defecțiunea ce a avut loc în mai 1965 la o conductă situată aproape de Natchitoches, La., a fost analizată, constatîndu-se că nu a fost cauzată de coroziunea în puncte, de defectele de material sau de oboseala de coroziune, de fragilitatea de hidrogen sau de fisurarea de coroziune sub tensiune, ca urmare a unui contaminant al gazelor. Analiza acestui caz a stabilit că defecțiunea a fost cauzată de fragilitatea intercristalină înlesnită de : temperaturile ridicate rezultînd din comprimarea adiabatică a gazelor, concentrația soluțiilor caustice provenită din acumularea produselor alcaline de reacție a protecției catodice și de eforturile cauzate în primul rînd de presiunea internă a gazelor.

Lessing, L. **Hidrogenul, o viitoare sursă energetică.** În : Gas Abstracts, nr. 12, 1972, dec., p. 231.

Hidrogenul poate fi combustibilul căutat în viitor, fiind ieftin, în cantități imense la dispoziție și avînd și marele avantaj al unei arderi perfect curate. Centralele nucleare ce se vor construi în largul mărilor și oceanelor vor putea obține din apă, prin electroliză, cantități mari de hidrogen oxigen, clor, brom etc. Hidrogenul obținut pe această cale va fi adus pe uscat și stocat ca atare sau lichefiat, apoi folosit în industrie și pentru scopuri casnice.

Se prevede ca hidrogenul va putea deveni un carburant foarte apreciat în aviație și pentru autovehicule, dacă se va rezolva mai întîi problema depozitării și alimentării. În industrie utilizarea hidrogenului va avea un domeniu foarte larg.

Se consideră că hidrogenul va avea un început modest în balanța energetică, dar pe parcursul unui deceniu va ajunge la un nivel însemnat de utilizare.

Glenn, L. C. **Șisturile petrolifere sursă viitoare de energie.** În : J. of Petrol. Technol., noiemb., 1972, p. 1 325—1 330.

După mulți ani de cercetări se pare că astăzi există un climat mult mai favorabil pentru problemele privind valorificarea șisturilor petrolifere ca sursă viitoare de energie. În S.U.A. șisturile petrolifere au o mare răspîndire, însă de prim interes sînt cele din formațiunea Green River în Colorado, Utah și Wyoming, al căror conținut de țiței depășește în unele locuri 25 gal/t șist (95 l/t).

Majoritatea cercetărilor au fost extinse asupra dezvoltării tehnicilor de valorificare a șisturilor prin : prelucrarea în retorte a materialului extras la suprafață sau prin prelucrarea in situ. Ultimul procedeu are avantajul eliminării lucrărilor de exploatare și rămînerii în zăcămînt a reziduurilor.

Începînd din 1944 Biroul Minelor S.U.A. are un program continuu de cercetare și valorificare a șisturilor petrolifere. La nivelul cunoștințelor și rezultatelor obținute pînă în prezent se consideră că prelucrarea șisturilor petrolifere în retorte la suprafață și obținerea de țiței este realizabilă, dar producția de țiței prin tehnicile in situ este mai puțin probabilă în prezent și cere încă numeroase lucrări de cercetare.

# INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

**În U.R.S.S.** se va dezvolta folosirea gazelor de sondă lichefiate drept combustibil pentru autobuze, camioane şi taximetre, pentru a reduce poluarea aerului.

*

S-a descoperit un zăcămînt de gaze naturale cu un debit de 1 200 000 $m^3$/zi, de la o adîncime de 2 400 m, în depresiunea Tsu Saricuiskaia, în partea occidentală a centrului Kazakhstanului. Un alt zăcămînt de gaze naturale a fost descoperit la o distanţă de 100 km de oraşul Djambul. Structura petroliferă şi gazeiferă se găseşte în apropierea oraşelor Djezkasgan şi Karatov.

*

**În Cehoslovacia**, în anul 1972, importul de petrol din U.R.S.S. a fost de circa 12 mil. t, dintre care 7,5 mil. t au fost destinate complexului întreprinderii Slovnaft de la Bratislava.

*

**În Republica Democrată Germană** în anul 1972 s-au rafinat 13 mil. t petrol (cu 1,5% mai mult decît în anul 1971). Se prevede că în anul 1975 vor fi tratate 18 mil. t. Aproape 90% din petrol este importat din U.R.S.S., prin conducta „Prietenie".

*

**În Marea Britanie**, în largul coastelor Scoţiei s-a descoperit un zăcămînt de petrol în structura Maureen.

Sonda, forată la o adîncime a apei de circa 100 m, la circa 50 km la nord-est de zăcămîntul Forties, a dat un debit de circa 500 t/zi de petrol de 36° API. Alte foraje efectuate în această regiune au confirmat existenţa unor rezerve de circa 100 mil. t.

*

Se va construi în localitatea Billingham (în regiunea Tees), în mina dezafectată de anhidrită, un rezervor de petrol subteran, cu o capacitate de 9 mil. t.

Lucrările de transformare a minei în depozit de petrol vor consta în a compartimenta puţurile, care se întind pe 5 km, la adîncimi de 135—280 m, şi a instala materialul de pompare. Lucrările vor dura mai mulţi ani şi vor costa cîteva milioane de lire.

*

**S-a** construit un depozit de petrol brut la Anglesey (nordul Ţării Galilor), de unde urmează să fie transportat prin conductă la rafinăria de la Stanlow (Cheshire). Costul lucrărilor va fi de 2 milioane lire.

*

**În Marea Britanie** se va construi la Hunterston (Ayrshire) o rafinărie cu o capacitate de 24 mil. t/an, care va costa 150 mil. lire sterline.

**În Republica Federală Germania** se vor construi trei staţii de comprimare a gazelor naturale importate din U.R.S.S. Una dintre acestea va fi situată la Forchleim şi va asigura măsurarea, controlul şi reglarea gazelor naturale aduse prin conductă între Waidhaus şi Forchleim. Presiunea de transfer va fi de 50 bari. A doua staţie pentru secţiunea Forchleim-Finsing va fi construită la Finsing şi a treia la Imgolstadt. Costul lucrărilor va fi de 2,6 mil. DM.

*

**În Republica Federală Germania** se va construi o rafinărie la Wilhelmshaven, cu o capacitate de 8 mil. t/an. Lucrările vor costa 700 mil. DM.

*

**În Republica Federală Germania** se prevede că în acest an se vor rafina 119,8 mil. t, dintre care 95% vor fi importate din Africa de nord şi din Orientul Mijlociu. Libia va rămîne primul furnizor, dar nu va mai livra decît 24,7 mil. t (faţă de 28 mil. t în anul 1972). Arabia Saudită va livra 24,4 mil. t, Iranul 14, 3 mil. t, Algeria 13,5 mil. t şi Nigeria 9,6 mil. t.

*

**Distrigaz**, Belgia, a dublat conducta de transport al gazelor naturale din Olanda. Cea de-a doua conductă, de 900 mm diametru, a fost pozată între Weelde (la frontiera olandeză) şi Overijseh. Lucrările vor costa 200 milioane franci belgieni.

*

**În Republica Federală Germania** s-a construit conducta de 244 km (cu un diametru de 40"), care dublează conducta în funcţiune (cu un diametru de 28") între Wilhelmshaven şi Dinslaken (cu o capacitate de 20 mil. t/an). Noua conductă are o capacitate de 45 mil. t/an, care va putea fi mărită la 80 mil. t/an prin adăugarea de staţii de pompare.

*

**Întreprinderea** sovieto-belgiană Nafta B, care a construit în anul 1968 la Anvers o instalaţie de primire a vaselor petroliere, a investit 750 mil. franci belgieni pentru instalaţii de depozitare cu o capacitate de 850 000 $m^3$. Traficul petrolului sovietic a crescut de la 63 vase de petrol şi 961 162 t în anul 1968, la 430 de vase şi 2 419 242 t în anul 1970 şi la 650 de vase şi 5 500 000 t în anul 1972.

*

**În Italia** în anul 1972 au fost rafinate 123,5 mil. t (cu 2,7% mai mult decît 120 281 000 t în anul 1971) şi s-au produs 2 180 000 t gaze de petrol lichefiate (cu 4,3% mai mult decît în anul 1971).

*

**Capacitatea** rafinăriei de la Trieste va fi extinsă la 5 000 000 t/an şi se va construi o conductă de produse finite care va alimenta regiunea Friul cu o capacitate de transport de 2 500 000 t/an.

*

**În Abu Dhabi** se va construi o rafinărie pe insula Umm al Nar, cu o capacitate de 750 000 t/an. Costul lucrărilor este de 36 400 000 dolari.

*

**În Italia**, în anul 1972 au fost produse circa 1 200 000 t petrol (cu 7% mai mult faţă de 1 285 889 t în anul 1971) şi 65 000 t condensate (cu 4,6% mai mult faţă de 62 122 t în anul 1971) şi 14 miliarde $m^3$ de gaze naturale (cu 4,9% mai mult decît 13,38 miliarde $m^3$ în anul 1971).

*

**În Franţa** s-a definitivat o schemă — economic acceptabilă — de aducere a 2,5 miliarde $m^3$/an gaze naturale din U.R.S.S. Plecînd de la Bratislava, gazele naturale din U.R.S.S. vor fi transportate prin conductele existente pînă la Gemona. În acest punct vor întîlni gazele naturale din Algeria (aduse prin staţia de la Monfalcone) şi de aici vor fi transportate pînă la Karlsruhe, prin Austria, de unde vor fi transportate în Franţa.

*

**Elf Congo** a dat în funcţiune instalaţiile de producţie pentru prima fază de dezvoltare a părţii de nord a zăcămîntului Emeraude, în ritmul de 750 $m^3$/zi.

*

**În Canada** au fost descoperite 5,6—8,4 miliarde $m^3$ rezerve adiţionale de gaze naturale în sud estul statului Saskatchewan.

*

**În Franţa** se va construi un depozit subteran în comunele Grand Serre şi Hauterives, în Drôme.

De asemenea, se va construi la Mitry Mory, Compans, în apropiere de Roissy-en-France un depozit pentru produse finite, cu o capacitate de 50 000 $m^3$, care va fi terminat la sfîrşitul anului viitor.

*

**În Suedia** se va construi o conductă de transport al gazelor naturale din U.R.S.S., care va trece prin Finlanda. O parte din această conductă va fi submarină şi va trece pe la nord de insulele Aland. Lungimea totală a acestei conducte este de 200 km, iar capacitatea, de 4—6 miliarde $m^3$/an. Costul conductei a fost evaluat la 100 mil. dolari.

*

**Standard Oil of Ohio** proiectează modernizarea rafinăriei de la Marcus Hook (Pennsylvania). Lucrările vor costa 100 mil. dolari, dintre care 60 mil. pentru echiparea cu un sistem contra poluării. Capacitatea va fi de 20 000 t/zi.

**La Atzew** se va construi o uzină de lichefiere a gazelor naturale din Sahara, care va avea o capacitate de producție de 12 miliarde $m^3$/an.

Lucrările vor costa 300 mil. dolari. Uzina, care va folosi procedeul de lichefiere Air Product and Chemicals, va fi constituită din șase linii cu o capacitate unitară de 2 miliarde $m^3$/an. Durata lucrărilor va fi de 4 ani.

*

**În Australia** s-a descoperit un important zăcămînt de petrol în structura Goodwyn, în largul coastei de nord—est a țării, în dreptul orașului Dampier. Al treilea foraj a dat un debit de 370 t/zi de petrol de 41,7 API° și 75 600 $m^3$/zi gaze naturale, la adîncimi de 2 967—1 978 m.

*

**În Egipt** s-a descoperit un zăcămînt de gaze naturale în Delta Nilului, ale cărui rezerve au fost estimate la 20 miliarde $m^3$.

*

**În Iugoslavia** mai mult de 30 de societăți petroliere occidentale au arătat interes pentru explorarea de hidrocarburi în zona iugoslavă a Mării Adriatice. Se pare că estimări detaliate vor dovedi că Marea Adriatică ar conține tot atîtea rezerve de hidrocarburi ca și Golful Mexic.

*

**În Norvegia** se va construi o rafinărie la Mongstad, în vestul țării, care va costa 37 mil. dolari.

**În Olanda**, NAM proiectează construirea unei uzine de lichefiere și instalații de depozitare a gazelor naturale lichefiate în noua zonă portuară și industrială de la Maasvlakte.

*

**În India** consumul de produse petroliere va atinge 44,6 mil. t în anul 1978, astfel încît capacitatea de rafinare a țării va fi mărită la 43 mil. t. Pentru aceasta se proiectează construirea a două noi unități la Mathura (6 mil. t/an) și Goa (4 mil. t/an), precum și extinderi la rafinăriile de la Koryjali, Holdea și Barauni.

*

**În Brazilia**, Petrobras va construi o conductă de transport al gazelor naturale, de 230 km lungime și 14″ diametru, între Sergipe et Bahia pentru a aduce gazele naturale din zăcămintele marine de la Arcaju pînă la uzina de tratare a gazelor naturale de la Pojuca în statul Bahia. Stația de compresiune va avea o capacitate de 1,4—2 mil. $m^3$/zi. Lucrările vor fi gata în anul viitor. De asemenea, Petrobras va poza o conductă submarină (de 22″ diametru), care va lega zăcămîntul marin de la Caioba cu Sergipe.

*

**În Indonezia** o sondă de explorare forată în Marea Javei a arătat prezența hidrocarburilor lichide, înregistrîndu-se un debit de 220 t/zi petrol de 30,5 API, de la adîncimi de 1 035—1 200 m, la o adîncime a apei de 27 m.

**În anul 1972**, în Japonia, importul de petrol a totalizat 238,3 mil. $m^3$ (cu 7,8% mai mult decît în anul 1971). Producția de produse petroliere s-a ridicat la 220,2 mil. $m^3$ (cu 4,9% mai mult decît în anul 1971).

*

**În Argentina**, Gas de Estrado proiectează terminarea în acest an a conductei de transport al gazelor din sudul Argentinei, pozarea unor conducte între Bahia Blanca și Buenos Aires și construirea unei a treia conducte de 160 km lungime între Taudil și Mal del Plata, care va permite înlocuirea gazelor de sonde lichefiate prin gazele naturale în zona coastelor.

*

**În Canada** s-a descoperit un zăcămînt de gaze naturale la 60 km la est de Calgary. Sonda 4—36 Ghost a dat 500 000 $m^3$/zi, de la o adîncime de 2 550 m în zona superioară și 360 000 $m^3$/zi de la 2 610 m în zona inferioară.

*

**În Venezuela** în anul 1972 s-au produs circa 370 mil. t petrol (mai puțin cu 9,3% față de anul 1971).

*

**Nigeria** a exportat, în cursul anului 1972, 84,4 mil. t petrol (cu 8% mai mult față de anul 1971), în valoare de 1 788 000 000 dolari (cu 309 mil. mai mult decît în anul 1971). Petrolul a reprezentat 81% din totalul exportului nigerian.

# NOTE TEHNICE

**STATISTICA MONDIALĂ A PETROLULUI PE ANUL 1972**

Comitetul profesional al petrolului din Franța a publicat o statistică generală a activității industriei mondiale de petrol, din care se prezintă datele de mai jos.

**Producția mondială de țiței**, reprodusă după revista „Petroleum Press Service", a însumat 2,599 mrd. t, înregistrînd o creștere de 5,1% față de anul precedent, 1971. Contribuția cea mai mare o are Orientul Mijlociu, cu 35,1%, în frunte situîndu-se Arabia Saudită (11%). În rîndul al doilea vine America de Nord (S.U.A. și Canada) cu 23,8%, la care S.U.A. participă cu 20,5% din producția mondială. Urmează în ordinea mărimii, Zona Europei estice și Extremul Orient, inclusiv R.P. China, cu 17,1%, din care U.R.S.S. singură deține 15,2%. Aproape toate țările producătoare de țiței au înregistrat creșteri de producție, cu excepția următoarelor: Venezuela, Irak, R.A. Egipt, Oman, Libia și R.F. Germania. Creșteri importante de producție au înregistrat: Arabia Saudită, Algeria, Iranul și Indonezia.

**Rezervele mondiale de țiței** sînt reproduse după revista „Oil & Gas Journal". Ele însumează 95 280 mil. t, la data de 1. 01. 1973. Mai mult de jumătate din aceste rezerve sînt situate în Orientul Mijlociu (54,2%, din care 20,7% în Arabia Saudită). Caracteristic este faptul că S.U.A., care se află în fruntea țărilor producătoare de țiței, cu 23,8% din producția mondială, dețin numai 5,5% din rezervele mondiale de țiței. În schimb, U.R.S.S. vine pe locul al doilea, (după Arabia Saudită) cu 11,2%, urmată de Iran și Kuwait, cu cîte 9,7%.

**Prelucrarea țițeiului și consumul de produse petroliere.** Datele reproduse după „Institute of Petroleum" din Londra, arată că zona Europei Occidentale se situează în frunte, cu 28,1% din totalul mondial, de 2,730 mrd. t prelucrate în 1972, S.U.A. se situează pe locul al doilea, cu 24%, urmate de U.R.S.S., cu 12,5%, apoi Japonia, cu 6,8% și celelalte țări prelucrătoare.

În ceea ce privește consumul mondial de țiței, acesta a fost de 2,577 mrd. t, diferența față de producție reprezentînd pierderile de fabricație, consumul propriu al rafinăriilor și producerea de negru de fum.

**Producția de gaze naturale (comercializate)** pe anul 1972 este prezentată cu date provizorii. Sînt citați numai marii producători, în mrd. $m^3$: S.U.A. — 650, U.R.S.S. — 220, Canada — 85, Olanda — 56, R.S. România — 30, Anglia — 24, R.F. Germania — 17,2, Italia — 13,7; Franța — 7,5 și Algeria — 3 mrd. $m^3$. Creșterea medie față de anul precedent este de circa 10%.

Revista PETROL și GAZE. Redacția: București, Calea Plevnei, 139, telefon 49.22.60 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. telefon 49.59.25. Calea Plevnei 139 con-640 302-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 București. Tarif pentru întreprinderi: lei 16C anual tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I.P.I.c. 2894

14 330

# IMPEXMIN

ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

București - ROMÂNIA
Str. C A Rosetti nr. 13
tel 12 62 18
12 62 71 telex 588

Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

**OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.**

# geomin

**Entreprise de Commerce Extérieur pour Mines, Pétrole et Géologie**

**GEOMIN** assure la mise en valeur des gisements de minerais à l'aide d'installations complètes appliquant la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.
Des instituts spécialisés et un personnel de haute qualification assurent l'exécution de:

- prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et sur des installations pilote;
- études de faisabilité pour différents types de gisements;
- projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers, travaux auxiliaires d'aménagement du terrain, captages d'eau, chemins, voies ferrées, usines électriques, dépôts, installations pour le personnel, etc.;
- instruction du personnel local et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;
- livraison des outillages miniers pour exploitations à jour ou en souterrain de même que de l'équipement et des machines nécessaires aux usines d'enrichissement.

**GEOMIN** offre aussi dans le domaine de l'industrie extractive de pétrole:

- études de synthèse destinées à apprécier les perspectives de pétrole et de gaz;
- programmes de travaux d'exploration;
- levés géologiques;
- prospections géophysiques;
- travaux de forage structural;
- le forage des puits d'exploration et de développement;
- les projets, la livraison et la construction de chantiers (unités de production, conduits, réservoirs, etc.).

**Le développement rapide de votre industrie minière peut être assuré par GEOMIN**

BUCAREST—ROMANIA
202 Splaiul Independenței ★ Tèl. 49.24.25 - Télex 011242 ★ Câbles: GEOMIN

E 1445

# PETROL ȘI GAZE

7

IULIE 1973
Vol. 24, p. 389 – 456
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

# geomin

**Entreprise de Commerce Extérieur pour Mines, Pétrole et Géologie**

**GEOMIN** assure la mise en valeur des gisements de minerais à l'aide d'installations complètes appliquant la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.
Des instituts spécialisés et un personnel de haute qualification assurent l'exécution de:

- prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et sur des installations pilote;
- études de faisabilité pour différents types de gisements;
- projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers, travaux auxiliaires d'aménagement du terrain, captages d'eau, chemins, voies ferrées, usines électriques, dépôts, installations pour le personnel, etc.;
- instruction du personnel local et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;
- livraison des outillages miniers pour exploitations à jour ou en souterrain de même que de l'équipement et des machines nécessaires aux usines d'enrichissement.

**GEOMIN** offre aussi dans le domaine de l'industrie extractive de pétrole:

- études de synthèse destinées à apprécier les perspectives de pétrole et de gaz;
- programmes de travaux d'exploration;
- levés géologiques;
- prospections géophysiques;
- travaux de forage structural;
- le forage des puits d'exploration et de développement;
- les projets, la livraison et la construction de chantiers (unités de production, conduits, réservoirs, etc.).

**Le développement rapide de votre industrie minière peut être assuré par GEOMIN**

BUCAREST—ROMANIA
202 Splaiul Independenţei ★ Tèl. 49.24.25 - Télex 011242 ★ Câbles: GEOMIN

ORSZ... DON...

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 7
iulie 1973

## CUPRINS

N. Tihon şi R. Brătianu: **Aspecte privind cercetarea pompajului de adîncime** 395—403

D. Paraschiv: **Unele aspecte geologice şi petrolifere ale bazinului Essaouira (Maroc)** 404—409

I. Ana, Gh. Ionescu, L. Măciucă şi Gr. Stănescu: **Programarea, aplicarea şi rezultatele obţinute în optimizarea procesului de foraj la sonda 4595** 410—414

S. Gh. Iordache şi I. Floarea: **Contribuţia diagrafiei acustice în stabilirea unor parametri de determinare a performanţei forajului** 415—419

A. Dumitrică: **Posibilităţile de îmbunătăţire a funcţionării dispozitivelor de sondă, pentru carotaj radioactiv, la temperaturi ridicate** 420—426

C. Popescu: **Determinarea suprafeţei unei fisuri orizontale** 427—432

V. Cristea: **Un nou aparat dielcometric simplu pentru măsurarea automată a conţinutului de apă în ţiţei** 433—437

M. Stănescu şi R. Popescu: **Determinarea compoziţiei uleiurilor grele** 438—441

**Realizări din industrie** 442

**Note tehnice** 442—443

**Documentare** 443—453

**Informaţii tehnico-economice** 454—455

**Recenzii** 456

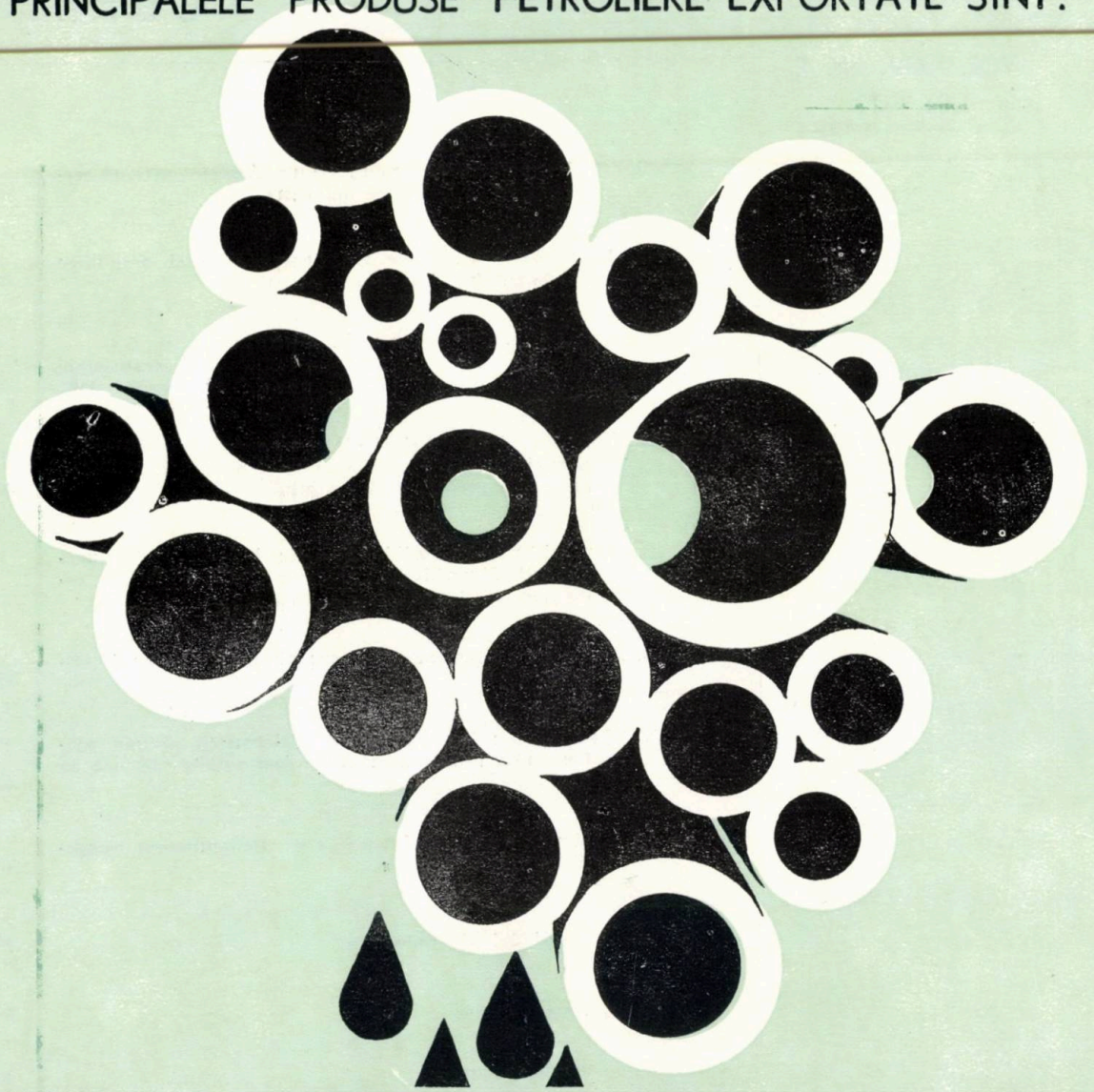
# CHIMPEX

## CONSTANŢA

**Str. Caraiman nr. 2, Telex 014273, telefon 11316, sau 24320**

*Se ocupă de realizarea exportului şi importului de produse chimice şi petroliere pentru porturile Constanţa, Brăila, Galaţi, Giurgiu*

## PRINCIPALELE PRODUSE PETROLIERE EXPORTATE SÎNT:



BENZINE PENTRU AUTOMOBILE ■ BENZINE PENTRU AVIOANE ■ PETROL PENTRU TRACTOARE ■ COMBUSTIBIL DIESEL ■ COMBUSTIBIL DIESEL, pentru nave maritime şi fluviale ■ PETROL LAMPANT ■ COMBUSTIBIL PENTRU TURBOREACTOARE — produse caracterizate prin puritate, stabilitate chimică şi volatilitate rapidă şi completă ■ COMBUSTIBIL PENTRU ÎNCĂLZIRE ■ O GAMĂ FOARTE VARIATĂ DE ULEIURI LUBRIFIANTE ■ UNSORI CONSISTENTE ■ BITUM INDUSTRIAL ■ PARAFINĂ ■ PRODUSE PETROLIERE din procese secundare de prelucrare a ţiţeiului ■ SOLVENŢI PETROLIERI ■ BITUM PENTRU DRUMURI

## EXPORTĂM DE ASEMENEA:

HIDROCARBURI AROMATICE ■ VASELINE ■ ULEIURI ALBE

*ALTE PRODUSE:*

— ***Acetat de vinil monomer, anvelope, acid acetic, acetat de vinil, B naftol, bachelită, bicarbonat, bicromat, coloranţi carbid (diverse sortimente), detoxan, extras de tanin, fibre poliester, nitrocalcar, polietilenă, plăci de celuloid, polistiren, negru de fum, sulfat de aluminiu, sulfat de sodiu, sodă caustică, uree, sodă grea etc.***

# CONTENTS


N. TIHON, R. BRĂTIANU

**Some Aspects concerning the Deep Pumping** 395

D. PARASCHIV

**Some Geological and Oil Aspects of the Essaouira Basin (Morocco)** 404

I. ANA, GH. IONESCU, L. MĂCIUCĂ, GR. STĂNESCU

**The Programming, Application and Results obtained from the Optimizing of the Drilling Process at the Well 4595.** 410

S. GH. IORDACHE, I. FLOAREA

**The Contribution of Acoustic Diagraphy to Establishing some Drilling Performanee Determining Parameters** 415

A. DUMITRICĂ

**Improving the Functioning of Well Devices for Radioactive Borehole Survey at High Temperatures** 420

C. POPESCU

**Determining the Surface of a Horizontal Fissure** 427

V. CRISTEA

**A New and Simple Dielcometric Apparatus for the Automatic Measurement of the Water Content of Crude Oil** 433

M. STĂNESCU, R. POPESCU:
**Determination of Heavy Oil Composition** 438


D. Paraschiv: **Some Geological and Oil Aspects of the Essaouira Basin (Morocco).**


In the Essaouira Mesozoic Basin, the sedimentogenesis as well as the marginal position of the region have been controlled by the oscillatory and halokinetic movements.

The lithofacial variation and the Basin evolution are the elements which have determined the genesis and accumulation conditions, as well as the crude oil and gas field distribution.

The hydrocarbons prospects of the Basin seem to be associated with the lithological and stratigraphic traps and with some structures unconclusively studied.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 395

D.C. 551.76


S. Gh. Iordache, I. Floarea: **The Contribution of Acoustic Diagraphy to Establishing some Drilling Performance Determining Parameters**


The complex geophysical investigations and especially the application of the method of determining the durity of the rocks in situ allowed to establish an adequate methodology for following a dependence between the durity of drilled rocks, as measured geophysically and the drilling time.

Thus, by statistically following the relation between durity and drilling time, the authors worked out an efficiency graph of the cutting tool type.

The working characteristics of cutting tools are thus presented for the first time, confirming the ,,bit constant'' hypothesis set forth by M.G. Bingham, the possibility being thus created of choosing the cutting tools as a function of the durities established by structures and of the planned drilling time.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 415

D.C. 622.24:550.83


A. Dumitrică: **Improving the Functioning of Well Devices for Radioactive Borehole Survey at High Temperatures**


The paper discusses the ways and means of improving the working of well devices for radioactive borehole survey which have scintillation detectors as radiation detectors, in order to increase the working time in boreholes with high temperatures.

The following means for attaining this goal are described:

— the use of thermal insulation systems;
— the use of cooling systems;
— the use of temperature-resistant materials

By resorting to these means, it is possible to reach a working time for such a device of 15—20 hours in a borehole where the temperature attains 200 C.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 420

D.C. 550.822.3


V. Cristea: **A New and Simple Dielcometric Apparatus for the Automatic Measurement of the Water Content of Crude Oil.**


After briefly presenting a permittivimetric method for measuring the water content of crude oils and after reviewing the main solutions offered by electronic devices working on this principle, a new experimental model is described of an apparatus working on the same principle but which is characterised by a much simpler electronic diagram of the secondary circuit.

Ranging with the precision class of at most 4, the apparatus can be used for controlling the production of crude oils with contents up to 60% of water.

In view of the easy handling, constructive simplicity, non complicate maintenance and high availability of the component elements on the internal market, it is estimated that the apparatus could become a matter of interest for the industry producing measuring and control equipment in the Socialist Republic of Romania.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 433

D.C. 681.17:622.24


M. Stănescu, R. Popescu: **Determination of Heavy Oil Composition**


It has been attempted to obtain some information concerning the structure of the organic compounds with heteroatoms in heavy oil products. The separation of a heavy oil in narrow fractions by alumina adsorption chromatography has been achieved for this purpose. The use of a wide range of solvents with different polarities facilitated the obtention of some fractions in which various types of organic substances containing in the molecule oxygen and nitrogen have been determined.



Petrol şi Gaze **24**, nr. 7, 1973, p. 438

D.C 665.637.6:543.544

# СОДЕРЖАНИЕ


Н. ТИХОН, Р. БРЭТИАНУ

**Некоторые аспекты по исследованию глубоконасосной эксплуатации** 395

Д. ПАРАСКИВ

**Ряд геологических и нефтяных проблем бассейна Ессауира (Мароко)** 404

И. АНА, Г. ИОНЕСКУ, Л. МЭЧУКЭ, Гр. СТЭНЕСКУ

**Программирование, применение и результаты полученные в оптимизации процесса бурения у скважины** 4595 410

С. Г. ИОРДАКЕ, И. ФЛОАРЯ

**К вопросу акустической диаграфии при определении ряда параметров по определению эксплуатационной характеристики бурения** 415

А. ДУМИТРИКЭ

**Улучшение работы установок скважин, для радиоактивного каротажа при высоких температурах** 420

К. ПОПЕСКУ

**Определение поверхности горизонтальной трещины** 427

В. КРИСТЯ

**Новый, простой диелкометрический аппарат для автоматического измерения содержания воды и нефти** 433

М. СТЭНЕСКУ, Р. ПОПЕСКУ

**Определение композиции тяжелых масел** 438


Д. Параскив: **Ряд геологических и нефтяных проблемм бассейна Ессауира (Мароко)**

В мезозойском бассейне Ессауира, седиментогенезиз был контролирован, а также и крайняя позиция области, осциллаторными и галокинетическими движениями.

Литофациальное изменение и эволюция бассейна являются элементами которые определили условия генезиса и накапливания, а также распределение нефтянных и газовых залежей.

Перспективы на углеводороды бассейна показывают что связаны литологическими, стратиграфическими капканами и некоторыми структурами неисчерпывающе исследованными


Petrol şi Gaze **24**, nr. 7, 1973, p. 395

Д.К. 551.76


С. Г. Иордаке, И. Флоаря: **К вопросу геофизической диаграфии при определении ряда параметров по определению эксплуатационной характеристики бурения**

Комплексные геофизические разведки и в особенности применение метода по определению твердости пород, позволили авторам установить соответствующую методологику для наблюдения за зависимостью между твердостью буримых пород, измеряемой геофизически, и временем бурения. Таким образом, авторы путем статистического изучения отношений: твердость, проолджительность бурения, реализуют график по выявлению коэффициента полезного действия типа режущего инструмента. Таким способом, представляют впервые, рабочие характеристики режущих инструментов, подтверждая гипотезу ,,константу долота'' утверждаемую М. Г. Бингамом, создавая таким образом возможность выбора режущих инструментов в зависимости от твердости установленной по структуре и запланированием времени бурения.


Petrol şi Gaze, **24**, nr 7, 1973, p. 415

Д.К. 622.24:550,83


А. Думитрикэ: **Улучшение работы установок скважин для радиоактивного каротажа при высоких температурах**

Статья относится к путям и способам улучшения работы у установок скважин для радиоактивного каротажа, которые имеют детекторы для радиаций, искровые детекторы, с целью увеличения рабочего времени в стволах скважин с высокой температурой. Описываются следующие способы для достижения этой цели:

— применение систем термической изоляции
— применение систем охлаждения
— применение термоустойчивых материалов

Указанными способами можно достигнуть продолжительность работы такого рода установки, в 15—20 часов в стволе скважины где температура достигает 200°С.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 420

Д.К. 550.822.3.


В. Кристя: **Новый, простой диелкометрический аппарат для автоматического измерения содержания воды и нефти**

После краткого описания пермитивметрического метода измерения содержания воды в сырой нефти и после краткого обозрения основных решений по электронным аппаратам которые работают по этому принципу приводится новая опытная модель аппарата который работает по такому же принципу, но который характеризуется гораздо более простой электронной схемой побочной цепи измерения.

Включаясь в класс точности не более 4, аппарат может служит для контроля производства нефтей с содержанием до 60 % воды. Учитывая легкость маневрирования, простоту конструкции, непретенциозный уход и большую доступность составных элементов на внутреннем рынке, считают что аппарат может стать объективом промышленности по производству контрольно-измерительных аппаратов в С.Р.Румыния.


Petrol şi Gaze, **24** nr. 7, 1973, p. 433

Д.К. 681.12:622.24


М. Стэнеску, Р. Попеску: **Определение композиции тяжелых масел**

В настоящей работе пытались получить ряд информаций относительно структуры органических соединений с гетероатомами из нефтяных тяжелых продуктов. Для этого произвели отделение тяжелого масла в узкие фракции путем абсорбционной хроматографии на глиноземе. Применение широкого диапазона растворителей с различными полярностями облегчило получение ряда фракций в которых были определены путем И. К. спектроскопии различные типы органических веществ содержащих в молекуле кислород и азот.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 438

Д. К. 665.637.6:543.544

# INHALT


N. TIHON, R. BRĂTIANU

**Einige Aspekte der Untersuchung des Tiefpumpens** 395

D. PARASCHIV

**Einige Probleme der Geologie und des Erdöls im Essaouira-Becken (Marokko)** 404

I. ANA, GH. IONESCU, L. MĂCIUCĂ, GR. STĂNESCU

**Programmierung, Anwendung und erzielte Ergebnisse in der Optimisierung des Bohrprozesses bei der Sonde 4595** 410

S. GH. IORDACHE, I. FLOAREA

**Beitrag der akustischen Diagraphie zur Festlegung einiger Parameter für die Bestimmung der Bohrleistung** 415

A. DUMITRICĂ

**Betriebsverbesserung der Sondenvorrichtungen für radioaktive Kernbohrung bei hohen Temperaturen** 420

C. POPESCU

**Oberflächenbestimmung eines Horizontalrisses** 427

V. CRISTEA

**Neuer, einfacher dielkometrischer Apparat für die automatische Messung des Wassergehalts im Erdöl** 433

M. STĂNESCU, R. POPESCU

**Bestimmung der Zusammensetzung schwerer Öle** 438


D. Paraschiv: **Einige Probleme der Geologie und des Erdöls im Essaouira-Becken (Marokko)**


Im mesozoischen Essaouira-Becken war der Sedimentationsvorgang durch die Randlage des Gebietes, die schwingenden und halokinetischen Bewegungen bedingt. Die lithofazielle Veränderung und die Entwicklung des Beckens sind die bestimmenden Elemente der Entstehungs-und Anlagerungsbedingungen wie auch der Verteilung der Erdöl-und Erdgaslagerstätten. Die Kohlenwasserstoffhöffigkeit des Beckens ist allem Anschein nach von den lithologischen und stratigraphischen Fangstrukturen sowie von einigen nichtentsprechend untersuchten Strukturen abhängig.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7 1973, p. 395
D.K. 551.76


S. Gh. Iordache, I. Floarea: **Beitrag der akustischen Diagraphie zur Festlegung einiger Parameter für die Bestimmung der Bohrleistung**


Die komplexen geophysikalischen Untersuchungen und vor allem die Anwendung der Methode zur Bestimmung der Gesteinhärte in situ, ermöglichten es den Verfassern eine entsprechende Methodologie für die Verfolgung einer Abhängigkeit zwischen der, geophysikalisch gemessenen Härte des gebohrten Gesteins und der Bohrdauer zu entwickeln. Aufgrund einer statistischen Erfassung des Verhältnisses, Härte — Bohrdauer, stellten die Verfasser eine graphische Darstellung für die Leistungsdauer eines Bohrwerkzeugs auf. Auf diese Weise werden erstmalig die Arbeitskenndaten der Schneidewerkzeuge dargelegt und die, von M.G. Bingham vertretenden Hypothese der „Meisselkonstante" bestätigt. Gleichzeitig wird die Möglichkeit geboten die Schneidewerkzeuge im Verhältnis zur ermittelten Lagerstättenhärte und der eingeplanten Bohrdauer auszuwählen.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 415
D.K. 622.24:550.83


A. Dumitrică: **Betriebsverbesserung der Sondenvorrichtungen für radioaktive Kernbohrung bei hohen Temperaturen**


Die Arbeit bezieht sich auf Mittel und Wege zur Verbesserung der Betriebsweise von Sondenvorrichtungen für radioaktive Kernbohrung, deren Strahlungsdetektoren nach dem Lichtstossprinzip arbeiten, um die Arbeitsdauer in Bohrlöchern mit hohen Temperaturen zu verlängern. Es werden folgende Mittel zur Erreichung dieses Anliegens beschrieben:

— Verwendung von Wärmeisolationssystemen;
— Verwendung von Kühlsystemen;
— Verwendung temperaturfester Stoffe.

Auf diese Weise kann die Betriebsdauer einer solchen Vorrichtung in einem Bohrloch mit Temperaturen bis 200 °C auf 15—20 Stunden erhöht werden.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7. 1973, p. 420
D.K. 550.8223.


V. Cristea: **Neuer, einfacher dielkometrischer Apparat für die automatische Messung des Wassergehalts im Erdöl**


Nach einer kurzen Darlegung der, auf der dielektrischen Leitfähigkeit fussenden Methode zur Messung des Wassergehalts im Rohöl und der wichtigsten Typen von elektronischen Apparaten, die nach diesem Grundsatz arbeiten, wird ein neues Versuchsmodell eines Apparats beschrieben, der auf dem gleichen Prinzip beruht, jedoch eine viel einfachere elektronische Schaltung des sekundären Messkreises aufweist. Der Apparat kann in die 4. Präzisionsklasse eingestuft werden und eignet sich für die Produktionskontrolle bei Erdölen mit einem Wassergehalt bis 60 %. Dank der leichten Bedienung, des einfachen Aufbaus und der problemlosen Wartung sowie einer leichten Beschaffung der Bestandteile auf dem Binnenmarkt, kann dieser Apparat im industriellem Masstab hergestellt werden.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 433
D.K. 681.17.622.24


M. Stănescu, R Popescu: **Bestimmung der Zusammensetzung schwerer Öle**


Es wurde der Versuch unternommen, gewisse Daten über die Struktur der organischen Verbindungen mit Heteroatomen aus schweren Erdölerzeugnissen zu ermitteln. Durch Adsorbtionschromatographie auf Aluminium wurde, zu diesem Zweck, ein Schweröl in engen Fraktionen abgetrennt. Die Verwendung eines breiten Bereichs von Lösungsmitteln mit unterschiedlicher Polarität erleichterte die Gewinnung von Fraktionen, in denen, durch Infrarotspektroskopie, verschiedene organische Stoffe nachgewiesen wurden die im Molekül Sauerstoff und Stickstoff enthalten.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973 p. 438
D.K. 665.637.6:543,544

# SOMMAIRE


N. TIHON, R. BRĂTIANU

**Certains aspects concernant les recherches sur le pompage de profondeur** 395

D. PARASCHIV

**Certains aspects géologiques et pétroliers du Bassin d'Essaouira (Maroc)** 404

I. ANA, GH. IONESCU, L. MĂCIUCĂ, GR. STĂNESCU

**La programmation, l'application et les résultats obtenus par l'optimisation du processus de forage à la sonde 4595.** 410

S. GH. IORDACHE, I. FLOAREA

**La contribution de la diagraphie acoustique à l'établissement de certains paramètres de détermination de la performance du forage** 415

A. DUMITRICĂ

**L'amélioration du fonctionnement des dispositifs de sonde pour carottage radioactif à des températures élevées** 420

C. POPESCU

**Détermination de la surface d'une fissure horizontale** 427

V. CRISTEA

**Un nouvel appareil dielcométrique simple pour le mesurage automatique de la teneur en eau du brut** 433

M. STĂNESCU, R. POPESCU

**La détermination de la composition des huiles lourdes** 438


D. P a r a s c h i v: **Certains aspects géologiques et pétroliers du Bassin d'Essaouira (Maroc)**

Dans le Bassin mézozoïque d'Essaouira, la sédimentogenèse a été contrôlée, tout comme la position marginale de la région, par les mouvements oscillatoires et halocinétiques. La variation lithofaciale et l'évolution du Bassin sont les éléments qui ont déterminé les conditions de genèse et d'accumulation, ainsi que la distribuiton des gisements de brut et de gaz.

Quant aux hydrocarbures, les perspectives du Bassin semblent être liées aux pièges lithologiques, stratigraphiques et à certaines structures étudiées de façon non concluante.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973 p. 395
C.D. 551.76


S. Gh. I o r d a c h e, I. F l o a r e a: **La contribution de la diagraphie aconstique à l'établissement de certains paramètres de détermination de la performance du forage**

Les investigations géophysiques complexes et plus particulièrement l'application de la méthode de détermination de la dureté des roches in situ ont permis aux auteurs d'établir une méthodologie adéquate pour suivre une dépendance entre la dureté des roches forées, mesurée par voie géophysique et le temps de forage.

Ainsi, par une étude statistique des rapports dureté — temps de forage, les auteurs réalisent un graphique permettant de mettre en évidence le rendement par type d'outil tranchant.

On présente, de la sorte, pour la première fois, les caractéristiques de travail des outils tranchants, confirmant l'hypothèse de la „constante du trépan", soutenue par M. G. Bingham, ce qui crée la possibilité de choisir les outils tranchants en fonction des duretés établies, de la structure et du temps planifié pour le forage.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7. 1973, p. 415
C.D. 622.24:550.83


A. D u m i t r i c ă: **L'amélioration du fonctionnement des dispositifs de sonde pour carottage radioactif à des températures élevées**

L'article se réfère aux voies et moyens d'améliorer le fonctionnement des dispositifs de sonde pour le carottage radioactif, qui ont comme détecteurs pour radiations des détecteurs de scintillation, en vue d'accroître le temps de travail dans des trous de sonde aux températures élevées.

On décrit les moyens suivants permettant de réaliser ce but :

— utilisation des systèmes d'isolement thermique ;
— utilisation des systèmes de refroidissement ;
— utilisation des matériaux résistants aux températures.

Grâce aux moyens indiqués, on peut parvenir à un temps de fonctionnement, pour un pareil dispositif, de 15—20 heures, dans un trou de sonde où la température atteint 200°C.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 420
C. D.550.822.3


V. C r i s t e a: **Un nouvel appareil dielcométrique simple pour le mesurage automatique de la teneur en eau du brut.**

Après une succinte présentation de la méthode permittivimétrique de mesurage de la teneur en eau des bruts et après avoir brièvement passé en revue les principales solutions d'appareils électroniques fonctionnant sur ce principe, on présente un nouveau modèle expérimental d'appareil qui fonctionne selon le même principe, mais qui est caractérisé par un schéma électronique du circuit secondaire de mesure beaucoup plus simple.

Rentrant dans la classe de précision de 4 au maximum, l'appareil peut servir au contrôle de la production de bruts aux teneurs de jusqu'à 60% d'eau.

Etant donné sa manoeuvrabilité facile, son entretien peu exigeant, sa simplicité costructive et la grande accessibilité des éléments composants sur le marché intérieur, on estime que l'appareil pourrait constituer un objectif de l'industrie productrice d'appareils de mesure et contrôle en République Socialiste de Roumanie.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 433
C.D. 681.17:622.24


M. S t ă n e s c u, R. P o p e s c u: **La détermination de la composition des huiles lourdes**

Dans la présente étude, on a essayé d'obtenir des informations sur la structure des composés organiques aux hétéroatomes dans des produits pétroliers lourds. A cette fin, on a réalisé la séparation d'une huile lourde, dans des fractions étroites, par chromatographie d'adsorption sur alumine. L'utilisation d'une large gamme de solvants aux polarités différentes a facilité l'obtention de fractions dans lesquelles ont été déterminées par spectroscopie en IR différents types de substances organiques contenant dans la molécule de l'oxygène et de l'azote.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 7, 1973, p. 438
C.D. 665.637,6:543.544

# ASPECTE PRIVIND CERCETAREA POMPAJULUI DE ADÎNCIME

N. Tihon și R. Brătianu

Pompajul cu prăjini acționate cu unități de pompare cu balansier constituie principalul procedeu de extracție a petrolului, atît în țara noastră, cît și în străinătate. Creșterea adîncimii de pompare, care s-a manifestat tot mai accentuat în ultimii ani, atrage dificultăți de exploatare a sondelor și cheltuieli mai mari. Acest fapt a dus la necesitatea exploatării mai raționale a echipamentului de extracție, pe de o parte, prin detectarea cît mai precisă și operativă a deficiențelor apărute în decursul exploatării, în vederea remedierii lor, iar pe de altă parte, prin stabilirea echipamentului și a regimului optim de pompare pentru fiecare sondă. Cea mai veche și în același timp cea mai extinsă metodă de cercetare a condițiilor de funcționare a echipamentului de adîncime o constituie interpretarea vizuală a dinamogramei * trasată la prăjina lustruită. Cu timpul această metodă a fost îmbunătățită prin corelare cu rezultatele unor calcule auxiliare [1, 2].

Cu toate îmbunătățirile menționate, metoda prezintă inconveniente, deoarece în unele cazuri dinamogramele obținute la sonde au forme complicate și, în consecință, dificil de interpretat. Rezultatele interpretării conțin o doză considerabilă de subiectivism și depind în mare măsură de experiența celui care face interpretarea. Cu creșterea adîncimii de extracție și a vitezei de pompare dinamogramele se deformează tot mai mult, astfel că și interpretarea devine mai imprecisă.

Pentru alegerea echipamentului și a regimului adecvat de pompare pentru o sondă cu anumite caracteristici de zăcămînt, este necesar să se cunoască, în prealabil, unele mărimi principale care vor apărea în instalație în timpul funcționării, ca, de exemplu, sarcinile maxime și minime, cuplul maxim la reductor, lungimea cursei pistonului etc. Determinarea acestor mărimi se face, în mod curent, prin diferite formule existente în literatura de specialitate [3]. Rezultatele obținute sînt însă neprecise, formulele fiind semiempirice și neglijînd unii factori care influențează funcționarea echipamentului de pompare. În general, formulele elaborate pentru calculul unei aceeași mărimi dau rezultate foarte diferite [4—7]. În vederea exploatării cît mai raționale a echipamentului de pompare, în decursul vremii au fost întreprinse multe cercetări, problema fiind abordată sub diverse forme [3]. Rezultate concrete, cu aplicabilitate practică, s-au obținut prin studierea fenomenelor dinamice care au loc, în principal în garnitura de prăjini și în secundar în coloanele de lichid și de țevi de extracție.

Analiza științifică a procesului de pompare a dus în ultimii ani la elaborarea a două metode noi de cercetare, metoda calculului analitic [3, 8, 9, 10] și metoda modelării analogice [3—7, 11—19]. Deși aceste metode de cercetare a pompajului prezintă multe avantaje, sînt utilizate încă pe o scară foarte redusă. În articolul de față se prezintă unele aspecte privitoare la avantajele și limitările ce survin la aplicarea acestor două metode de cercetare, datorită gradului lor de dezvoltare.

## Considerații asupra metodei analitice de cercetare a sondelor în pompaj

Procesul de pompare fiind foarte complex, punerea sa în ecuație s-a făcut pe baza unei reprezentări simplificate, neglijîndu-se o seamă de factori. Acest lucru a fost necesar pentru a se ajunge la o ecuație practic soluționabilă. Astfel, pentru studierea procesului de pompare pe cale analitică, V î r n o v s k i [3, 16] face inițial următoarele ipoteze simplificatoare principale:

— garnitura de prăjini este constituită din prăjini cu același diametru, confecționate din același material;

— țevile de extracție și prăjinile sînt în poziție verticală;

— lichidul pompat este omogen și incompresibil.

Ulterior neglijează frecările de tip Coulomb dintre prăjini și țevile de extracție. În continuare, considerînd garnitura de prăjini de pompare ca o bară elastică lungă și plecînd de la condiția de echilibru a unui element de prăjină $\Delta x$, se ajunge în final la următoarea ecuație de mișcare a garniturii:

$$E_i f_i \frac{\partial^2 u_i}{\partial x^2} = m_i \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} + b_i \frac{\partial u_i}{\partial t}, \qquad (1)$$

* Dinamograma este curba variației sarcinii în funcție de deplasare

în care :

$u$ este deplasarea unei secţiuni ;
$E$ — modulul de elasticitate al materialului ;
$f$ — aria secţiunii transversale ;
$m$ — masa pe unitatea de lungime ;
$b$ — coeficient de frecare vîscoasă ;
$x$ — ordonata unei secţiuni ;
$t$ — timpul ;
$i$ — I, II, III, — indici care se referă respectiv la garnitura de prăjini, coloana de lichid şi coloana de ţevi de extracţie.

Această ecuaţie se consideră valabilă şi pentru coloanele de lichid şi ţevi de extracţie, dat fiind că şi acestea se comportă ca linii elastice.

Cu ajutorul unor transformări simple a coeficienţilor se demonstrează că ecuaţia (1) este identică cu ecuaţia coardei vibrante în care se consideră şi frecarea :

$$a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + b' \frac{\partial u}{\partial t}, \qquad (2)$$

în care :

$a = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ este viteza sunetului în materialul respectiv ;
$\rho$ — masa specifică a materialului ;
$b'$ — coeficient de frecare vîscoasă.

V î r n o v s k i a integrat ecuaţia de mişcare a garniturii de prăjini prin metoda lui D'Alembert şi a determinat expresiile deplasării, ale vitezei şi ale sarcinii, de-a lungul garniturii de prăjini, formată dintr-unul sau două tronsoane, în funcţie de mărimile de la prăjina lustruită şi de factorii caracteristici ($f$, $a$, $E$, $b$) ai garniturii. Condiţiile la limită folosite sînt cele existente la prăjina lustruită ;

$$u(x, t)\big|_{x=0} = u(t)$$

$$\left.\frac{\partial u}{\partial x}\right|_{x=0} = -\frac{1}{Ef} P(t) \qquad (3)$$

în care :

$u(t)$ este deplasarea la prăjina lustruită ;

$P(t)$ — sarcina la prăjina lustruită într-un ciclu de pompare.

De exemplu, expresia sarcinii la piston $P_1(t)$ pentru garnitura de prăjini formată dintr-un tronson este următoarea :

$$P_1(t) = \frac{1}{2}\left[P\left(t + \frac{l}{a}\right)e^{\frac{bl}{2a}} + P\left(t - \frac{l}{a}\right)e^{-\frac{bl}{2a}}\right] -$$

$$- \frac{Ef}{2a}\left[v\left(t + \frac{l}{a}\right)e^{\frac{bl}{2a}} - v\left(t - \frac{l}{a}\right)e^{-\frac{bl}{2a}}\right] -$$

$$- b\frac{Ef}{4a}\left[u\left(t + \frac{l}{a}\right)e^{\frac{bl}{2a}} - u\left(t - \frac{l}{a}\right)e^{-\frac{bl}{2a}}\right] \qquad (4)$$

Dr. ing. I. A d a m a c h e a extins calculele la garnituri de prăjini formate din trei şi patru tronsoane [3].

G i b s şi N e e l y, plecînd tot de la ecuaţia coardei vibrante pe care o integrează prin metoda Fourier — Bernoulli, prezintă un studiu aplicativ [8] al metodei analitice de cercetare a sondelor în pompaj. Practic, prin cercetarea unei sonde în pompaj cu metoda analitică se obţin prin calcul deplasarea, viteza şi sarcina în punctul corespunzător pistonului şi, eventual, la capetele tronsoanelor garniturii de prăjini. Cu ajutorul deplasării şi al sarcinii calculate se trasează dinamograma corespunzătoare pistonului, care redă condiţiile de funcţionare a pompei de extracţie. Prin corelarea datelor obţinute prin calcul cu datele cunoscute referitoare la sonda cercetată, ca : debit, impurităţi etc., precum şi prin compararea cu dinamograme tipice de funcţionare ale pompei, se pot trage concluzii mai sigure asupra modului de funcţionare a întregului echipament de pompare decît în cazul interpretării vizuale a dinamogramei trasate în punctul de suspensie al garniturii de prăjini. De exemplu :

— Dacă dinamograma de fund obţinută prin calcul indică o funcţionare bună a pompei, însă debitul evaluat cu ajutorul acestei dinamograme este mai mare decît debitul real, măsurat la suprafaţă, se deduce că există pierderi de lichid datorate neetanşeităţii coloanei de ţevi de extracţie.

— Obţinerea prin calcul a unei dinamograme de fund asemănătoare dinamogramei arătată schematic în figura 1 indică un pompaj cu umplerea incompletă a pompei.

Metoda analitică prezintă un progres substanţial la cercetarea sondelor în pompaj, dar nu rezolvă în mod suficient de sigur şi de complet toate problemele legate de procesul de pompare. Astfel, la determinarea condiţiilor de funcţionare a echipamentului, pot apărea erori provenite din faptul că, în ecuaţia

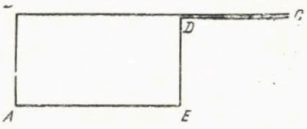



Fig. 1. Schema unei dinamograme de fund care se obţine în cazul umplerii incomplete a pompei

utilizată, nu se iau în consideraţie unii factori care pot fi importanţi în anumite cazuri. Principala sursă de erori a metodei provine din neglijarea frecării de tip Coulomb dintre prăjini şi ţevile de extracţie. Aceste frecări influenţează diferit distribuţia sarcinilor dinamice de-a lungul garniturii de prăjini, în funcţie de mărimea forţelor de frecare şi de repartizarea lor (uniformă sau concentrată în puncte sau zone).

Se remarcă faptul că metoda analitică de cercetare a pompajului recurge şi la interpre-

tare, însă nu a dinamogramei de suprafaţă, cia dinamogramei de fund, ceea ce face ca rezultatele să fie mai sigure. Se pot produce totuşi confuzii de interpretare atunci cînd mai mulţi factori, ca pătrunderea unor cantităţi mari de gaze în pompă, uzura pistonului sau supapelor, slăbirea ancorelor de ţevi etc., acţionează simultan.

După cum s-a menţionat, cercetarea completă a unei sonde în pompaj presupune şi determinarea regimului optim de pompare pentru condiţiile sondei respective.

Privind problema din acest punct de vedere, se constată că metoda analitică de cercetare corespunde scopului de diagnosticare a deficienţelor ivite în desfăşurarea procesului de pompare, din cauză că la integrarea ecuaţiei de mişcare a garniturii de prăjini se utilizează curba variaţiei sarcinii înregistrată la prăjina lustruită, forma acestei curbe fiind influenţată de factorii reali de fund. În cazul cercetărilor de optimizare a regimurilor de pompare, sarcina la prăjina lustruită trebuie determinată, ca şi alte mărimi necunoscute care apar în instalaţie în timpul pompării, în funcţie de mai multe mărimi ipotetice. Din cauză că nu se dispune de curba sarcinii la prăjina lusturită, este necesar să se introducă în calcule date caracteristice referitoare la garnitura de prăjini, coloanele de lichid şi de ţevi de extracţie, pompa de extracţie şi unitatea de pompare. Geometria unităţii de pompare şi numărul de curse pe minut luat în consideraţie fac posibilă determinarea curbei deplasării în funcţie de timp a prăjinii lustruite.

În calcule trebuie să se ia în consideraţie şi condiţiile la limită de la fund, aceste condiţii exprimînd interdependenţa funcţională a principalelor elemente ale instalaţiei (garnitură de prăjini, coloanele de lichid şi de ţevi şi pompa de extracţie).

În tabela 1, coloana I, [3] se arată condiţiile la limită de fund din instalaţia de pompare pentru cazul desfăşurării normale a procesului.

TABELA I

**Condiţiile la limită pentru o instalaţie de fund de pompaj constituită din: garnitură de prăjini, coloană de lichid, garniură de ţevi de extracţie, precum şi pentru modelul său electronic cu trei linii electrice [3].**

| I | II |
|---|---|
| *În instalaţia de pompare* | *În modelul electronic* |
| A. La capătul de sus al instalaţiei (x = 0)* | A′ La intrarea în liniile electrice |
| 1. Pentru garnitura de prăjini: $\frac{\partial u_{\mathrm{I}}(0,t)}{\partial t} = v(t)$ | 1′ Pentru linia electrică corespunzătoare garniturii de prăjini $i_{\mathrm{I}}(0,t) = \alpha_i v(t)$ |
| 2. Pentru coloana de lichid: $E_{\mathrm{II}} f_{\mathrm{II}} \frac{\partial u_{\mathrm{II}}(0,t)}{\partial t} = f_{tr} P_{tr}(t)$ | 2′ Pentru linia electrică corespunzătoare coloanei de lichid $U_{e\mathrm{II}}(0,t) = \alpha_u f_{tr} P_{tr}(t)$ |
| 3. Pentru garnitura de ţevi de extracţie: $\frac{\partial U_{\mathrm{III}}(0,t)}{\partial t} = 0$ | 3′ Pentru linia electrică corespunzătoare coloanei de ţevi de extracţie $i_{\mathrm{III}}(0,t) = 0$ |
| B. La capătul de jos al instalaţiei | B′ La extremitatea liniilor electrice |
| a. *În timpul mişcării pistonului în sus* | |
| $\frac{\partial u_I(l,t)}{\partial t} = \frac{\partial u_{II}(l,t)}{\partial t} \qquad \frac{\partial u_I}{\partial t} > 0$ | $i_{\mathrm{I}}(l,t) = i_{\mathrm{II}}(l,t)$ |
| $E_{III} f_{III} \frac{\partial u_{III}(l,t)}{\partial x} = 0$ | $u_{e\mathrm{III}}(l,t) = 0$ |
| $E_{\mathrm{I}} f_{\mathrm{I}} \frac{\partial u_{\mathrm{I}}(l,t)}{\partial x} = E_{\mathrm{II}} f_{\mathrm{II}} \frac{\partial u_{\mathrm{II}}(l,t)}{\partial x} = P_l$ | $U_{e\mathrm{I}}(l,f) = U_{e\mathrm{II}}(l,t) = \alpha_u P_e$ |
| b. *În tiimpul mişcării pistonului în jos* | |
| $\frac{\partial U_{\mathrm{II}}(l,t)}{\partial t} = \frac{\partial U_{\mathrm{III}}(l,t)}{\partial t} \qquad \frac{\partial u_{\mathrm{I}}}{\partial t} < 0$ | $i_{\mathrm{II}}(l,t) = i_{\mathrm{III}}(l,t)$ |
| $E_{\mathrm{I}} f_{\mathrm{I}} \frac{\partial U_{\mathrm{I}}(l,t)}{\partial x} = 0$ | $U_{e\mathrm{I}}(l,t) = 0$ |
| $E_{\mathrm{II}} f_{\mathrm{II}} \frac{\partial U_{\mathrm{II}}(l,t)}{\partial x} = E_{\mathrm{II}} f_{\mathrm{III}} \qquad \frac{\partial U_{\mathrm{III}}(l,t)}{\partial x} = P_l$ | $U_{e\mathrm{II}}(l,t = U_{e\mathrm{III}}(l,t) = \alpha_u P_l$ |
| c. *În perioadele de deformaţie iniţială şi de descărcare (ambele supape sînt închise)* | |
| $\frac{\partial U_{\mathrm{I}}(l,t)}{\partial t} = \frac{\partial U_{\mathrm{II}}(l,t)}{\partial t}$ | $i_{\mathrm{I}}(l,t) = i_{\mathrm{II}}(l,t)$ |
| $\frac{\partial U_{\mathrm{I}}(l,t)}{\partial t} = \frac{\partial U_{\mathrm{III}}(l,t)}{\partial t}$ | $i_{\mathrm{I}}(l,t) = i_{\mathrm{III}}(l,t)$ |
| $E_{\mathrm{I}} f_{\mathrm{I}} \frac{\partial U_{\mathrm{I}}(l,t)}{\partial x} + E_{\mathrm{III}} f_{\mathrm{III}} \frac{\partial U_{\mathrm{III}}(l,t)}{\partial x} = E_{\mathrm{II}} f_{\mathrm{II}} \frac{\partial U_{\mathrm{II}}(l,t)}{\partial x}$ | $U_{e\mathrm{I}}(l,t) + U_{e\mathrm{III}}(l,t) = U_{e\mathrm{II}}(l,t)$ |

* Condiţiile la limită de la punctele A şi A' sînt valabile atît pentru cursa ascendentă cît şi pt. cursa descendentă a punctului de suspensie a garniturii de prăjini.

În principiu, ecuațiile de mișcare ale garniturii de prăjini și coloanelor de lichid și de țevi de extracție (1) și condițiile la limită indicate în tabela 1 conțin elemente de bază necesare rezolvării problemei optimizării pompajului pe cale analitică, însă practic, dificultățile care survin sînt atît de mari, încît problema nu a fost rezolvată pînă în prezent.

**Considerații asupra cercetării pompajului de adîncime prin modelarea analogică**

Metoda de cercetare a pompajului de adîncime prin modelare analogică s-a dezvoltat ca urmare a dificultăților care survin la tratarea analitică a procesului.

Modelarea analogică constă în studierea fenomenelor care au loc în instalația (sau procesul) cercetată, cu ajutorul unor fenomene de natură fizică diferită care au loc în model, pe baza identității structurale dintre ecuațiile care descriu fenomenele din original și model.

Modelele electrice și electronice * sînt cele mai utilizate, deoarece oferă următoarele avantaje principale: se construiesc relativ ușor, parametrii pot fi variați în limite foarte largi, permit realizarea ușoară a condițiilor la limită, au toate punctele accesibile pentru măsurători, permit vizualizarea fenomenelor pe osciloscop.

Modelele electronice prezintă avantaje deosebite [19], deoarece, prin utilizarea transformatoarelor funcționale realizate cu dispozitive electronice, se poate simula funcționarea unor elemente cu caracteristici neliniare. Datorită acestui fapt se pot cerceta experimental sisteme fizice mai complexe, al căror studiu uneori nu este direct accesibil metodelor matematice.

O calitate remarcabilă a modelelor electrice și electronice constă în operativitatea foarte mare cu care se pot efectua diverse lucrări.

Cercetări privind modelarea analogică a pompajului de adîncime s-au făcut mai ales în U.R.S.S., concretizîndu-se prin realizarea la Institutul VNII din Moscova a unui model electronic adecvat cercetărilor cu caracter aplicativ.

Un model electronic bazat pe aceleași principii de funcționare a fost construit și în țara noastră la I.C.P.T.G.-Cîmpina de către un colectiv condus de dr. ing. I. Adamache.

Construcția și funcționarea acestor modele se bazează pe analogia dintre ecuația cu derivate parțiale care descrie fenomenele dintr-o linie electrică lungă, fără pierderi prin izolație (ecuația telegrafiștilor);

$$\frac{1}{C}\frac{\partial^2 Q_e}{\partial x^2} = L\frac{\partial^2 Q_e}{\partial t^2} + R\frac{\partial Q_e}{\partial t^2} \qquad (5)$$

și ecuația cu derivate parțiale, care descrie fenomenele mecanice dintr-o bară elastică lungă, respectiv ecuațiile care descriu fenomenele dinamice din garnitura de prăjini și coloanele de lichid și de țevi de extracție a instalației de pompare [1].

În ecuația (5) $Q_e$ reprezintă sarcina electrică și $L$, $C$, $R$, reprezintă respectiv inductanța, capacitatea și rezistența electrică pe unitatea de lungime a liniei.

Partea de fund a sondei este reprezentată în model prin trei linii electrice formate din lanțuri de cuadripoli în $\pi$ (linie artificială cu elementele concentrate) conectate, cum se arată în figura 2, astfel încît să fie îndeplinite condițiile la limită din instalația de pompare. În tabela 1 se arată condițiile la limită din instalația de pompare și cele realizate în model pentru cazul desfășurării normale a procesului de pompare [3].

Cele trei linii electrice ale modelului reprezintă garnitura de prăjini, coloana de lichid și coloana de țevi de extracție, diodele semiconductoare $D_1$ și $D_2$ reprezintă supapele, iar sursa de tensiune continuă $E_c$ reprezintă greutatea statică a coloanei de lichid.*).

Partea de la suprafață a instalației, respectiv unitatea de pompare, este reprezentată în model de către un generator de curent electric alternativ, cu ajutorul căruia se poate introduce, în linia corespunzătoare garniturii de prăjini, un curent electric a cărui formă, frecvență și amplitudine corespund acelorași elemente ale vitezei imprimate prăjinii lustruite de către unitatea de pompare.

Corespondența dintre mărimile mecanice din instalația de pompare și mărimile electrice din model este următoarea:

| | |
|---|---|
| — sarcina (forța) P | — tensiunea electrică $U$ |
| — viteza $v$ | — curent electric $i$ |
| — deplasarea $u$ | — sarcina electrică $Q_e$ |
| — masa $m$ | — inductanța electrica $L$ |
| — alungirea $\frac{1}{Ef}$ | — capacitatea electrică $C$ |
| — coeficientul de frecare $b$ | — rezistența electrică $R$ |
| — frecvența mecanică $f_m$ | — frecvența electrică $f_e$ |

Trecerea de la mărimile mecanice la mărimile electrice și invers se face cu următorii factor de scară:

$$\alpha_u = \frac{U}{P};\quad \alpha_i = \frac{i}{v};\quad \alpha_f = \frac{f_m}{f_e};\quad \alpha_L = \frac{L}{m};$$

$$\alpha_c = \frac{C}{1/Ef};\quad \alpha_R = \frac{R}{b} \qquad (6)$$

Între acești factori de scară există relația [3]

$$\frac{\alpha_L}{\alpha_f} = \frac{\alpha_f}{\alpha_c} = \frac{\alpha_u}{\alpha_i} = \alpha_R \qquad (7)$$

* Modelele electrice în care se utilizează și elementele electronice de circuit (tuburi electronice, dispozitive semiconductoare) se numesc modele electronice.

* Prin linia electrică corespunzătoare coloanei de lichid se modelează numai fenomenele dinamice din coloană.

*OBSERVAȚIE*: Condițiile, la limită, realizate în model conform tabelei 1, se pot verifica, calitativ, urmărind variația curentului și tensiunii electrice la bornele 2, 2,′ (fig. 2), ca urmare a blocării și deblocării diodelor $D_1$ și $D_2$ în timpul alternanțelor pozitivă și negativă a curentului electric introdus în linie.

Alternanțele corespund vitezei la cursa ascendentă și respectiv la cursa descendentă a garniturii de prăjini. De exemplu, în timpul cursei descendente, deci în timpul alternanței negative a curentului electric, dioda $D_2$ conduce și în același timp pune în scurtcircuit capătul 2,2′ al liniei, capăt care corespunde punctului unde se află pistonul pompei.

Curentul electric care trece prin $D_2$ corespunde vitezei la deplasarea în jos a pistonului, iar lipsa de tensiune la capătul 2,2′, ca urmare a scurtcircuitării de către diodă, corespunde lipsei de sarcină pe piston la cursa descendentă.

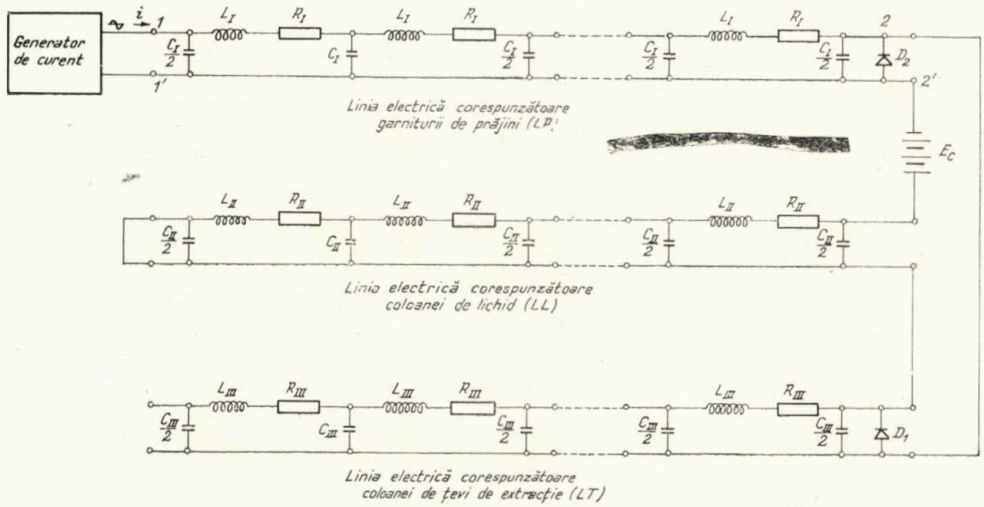



Fig. 2. Schema de principiu a modelului electronic pentru cercetarea pompajului de adîncime

Pentru modelarea unei sonde cu un regim dat se introduc în model datele caracteristice garniturii de prăjini, coloanei de lichid și coloanei de țevi de extracție $\left(m, \frac{1}{Ef} b, \right)$ prin elementele $L$, $C$, $R$ ale liniilor electrice respective precum și datele regimului de pompare prin forma, amplitudinea și frecvența curentului electric și prin tensiunea continuă $E_c$ care simulează greutatea statică a coloanei de lichid. Se menționează că datele luate în considerație pot proveni de la o sondă reală sau pot fi luate prin ipoteză, cum este cazul să se procedeze la lucrările de optimizare a pompajului sau la echiparea sondelor noi.

Mărimile necunoscute (sarcina, viteza și deplasarea) se determină experimental prin măsurarea tensiunii și a curentului electric * în diferite puncte ale modelului și prin trecerea de la mărimile electrice la mărimile mecanice corespondente, cu ajutorul factorilor de scară.

Alte mărimi, ca: solicitări, coeficienți de asimetrie, debit și cuplu maxim la reductor, se determină cu ajutorul unor calcule simple din mărimile obținute prin modelare. Dinamogramele corespunzătoare prăjinii lustruite, pistonului și eventual ale altor puncte de-a lungul garniturii de prăjini se vizualizează direct pe ecranul osciloscopului modelului.

Se remarcă deosebirea netă dintre cercetarea analitică și cercetarea prin modelare analogică a pompajului.

În primul caz cercetarea se face prin calcul pe baza condițiilor la limită de la suprafață și a cunoașterii sarcinii și deplasării (sau vitezei) la prăjina lustruită, deci metoda este folosită la sonde cu regimuri aplicate, la care se poate măsura sarcina la prăjina lustruită.

În cel de-al doilea caz cercetarea se face pe baza condițiilor la limită existente la fund și la suprafață precum și prin folosirea mărimilor care caracterizează toți factorii participanți la desfășurarea procesului (garnitură de prăjini, coloanele de lichid și de țevi de extracție, unitate de pompare etc.), fără să fie necesară cunoașterea sarcinii la prăjina lustruită.

Mărimile obținute prin modelare, inclusiv dinamogramele de suprafață și de fund, corespund cazului desfășurării normale a procesului de pompare, dat fiind că în model condițiile la limită s-au realizat pentru acest caz. Datorită acestui fapt, dacă se modelează o sondă reală cu un regim efectiv aplicat, dinamograma înregistrată la prăjina lustruită a sondei coincide cu dinamograma obținută prin modelare numai dacă sonda are o funcționare normală. Dacă aceste dinamograme nu coincid, se poate afirma că sonda nu funcționează normal, dar nu se pot determina deficiențele existente.

Din cele arătate mai înainte se poate trage concluzia că metoda modelării analogice a procesului de pompare, în actualul stadiu de dezvoltare, este adecvată în primul rînd pentru cercetări, de optimizare a pompajului, deoarece permite să se verifice eficiența unui regim de pompare, înainte de a fi aplicat. Faptul că modelarea se poate face numai pentru cazul desfășurării normale a procesului nu constituie

* În model deplasarea se obține prin integrarea curentului electric

un impediment, deoarece la aplicarea unui nou regim se iau toate măsurile ca echipamentul de pompare să funcţioneze corect şi în conformitate cu parametrii de zăcămînt.

Se mai trage concluzia că, în stadiul actual de dezvoltare a metodelor menţionate, cercetarea completă a sondelor în pompaj trebuie să includă atît aplicarea metodei analitice, cu scopul detectării anomaliilor apărute la exploatare, cît şi aplicarea metodei modelării analogice, cu scopul găsirii regimului optim de pompaj.

**Cu privire la posibilităţile de îmbunătăţire a cercetării pompajului de adîncime**

La cercetarea sondelor în pompaj pe cale analitică, principala sursă de erori (care uneori pot deveni apreciabile) provine din neglijarea frecărilor care se produc între prăjini şi ţevile de extracţie.

În principiu, aceste frecări ar putea fi luate în consideraţie în calcul introducînd în ecuaţia de mişcare a garniturii de prăjini (1, 2) un termen corespunzător [3]. Practic însă metoda devine inoperantă, chiar dacă se apelează la calculatoare digitale, deoarece aceste frecări în general nu sînt uniform distribuite, depinzînd de profilul găurii de sondă şi de sensul de deplasare [20].

Sînt cazuri cînd nu se cunosc cu suficientă precizie locurile unde se produc frecările şi mărimea lor.

În privinţa frecării de tip vîscos, luarea în consideraţie prin coeficientul constant $b$ (1) echivalează cu neglijarea efectului produs direct asupra prăjinilor de către deplasările relative dintre prăjini şi lichid într-un ciclu de pompare.

În cazul sondelor cu adîncime mare, ca şi în cazul ţiţeiurilor cu viscozitate mare, efectul menţionat devine important. În plus, coeficientul de frecare vîscoasă se modifică şi cu adîncimea, datorită variaţiei de temperatură.

Introducerea în ecuaţia de mişcare a garniturii de prăjini a unui coeficient de frecare vîscoasă mai complex ar spori foarte mult dificultăţile de calcul.

În ceea ce priveşte perfecţionarea metodei analitice, în scopul aplicării la cercetări de optimizare a pompajului, după cum s-a mai menţionat, se întrevăd dificultăţi şi mai mari.

O rezolvare operativă a problemelor puse de îmbunătăţirea cercetării procesului de pompare se poate obţine prin perfecţionarea modelării analogice.

Din schema prezentată în figura 2 se vede că, în modelele electronice construite, condiţiile la limită existente în instalaţia de pompare la fund s-au putut realiza destul de uşor pentru desfăşurarea normală a procesului.

Un număr destul de mare de lucrări de modelare, cu caracter aplicativ, efectuate la I.C.P.T.G.-Cîmpina [4—7], au confirmat valabilitatea şi utilitatea metodei, atît pentru optimizarea pompajului, cît şi pentru obţinerea unor parametri utili la proiectarea unor noi unităţi de pompare.

Lucrările de perfecţionare a modelării analogice a procesului de pompare trebuie să găsească în primul rînd procedee şi dispozitive de simulare a principalilor factori care pot perturba procesul, ca umplerea incompletă a pompei, pierderi mari de lichid prin pompă, pătrunderea cantităţilor mari de gaze în pompă etc.

Tratarea problemelor prin modelare electronică este mult mai uşoară decît pe cale analitică, deoarece diferiţi factori normali sau perturbatori pot fi introduşi, în mod corespunzător, chiar în locurile unde acţionează. De asemenea, elementele semiconductoare permit separarea şi modificarea uşoară a condiţiilor la limită care pot apărea într-un ciclu de pompare, iar cu ajutorul transformatoarelor funcţionale se pot reproduce relativ uşor caracteristicile de funcţionare ale unor elemente, plecînd de la unele mărimi de fund, cum ar fi viteza de deplasare a prăjinilor sau pistonului. De exemplu, frecarea dintre prăjini şi ţevile de extracţie se poate simula destul de uşor în model. Această frecare fiind considerată de tip Coulomb, forţa de frecare este independentă ca mărime de viteza de deplasare a prăjinilor, dar este dependentă de sensul vitezei (este orientată în sens invers faţă de sensul vitezei). Deoarece în model forţa corespunde cu tensiunea şi viteza cu curentul electric, simularea forţei de frecare se poate face prin realizarea şi introducerea, în cuadripolii corespunzători locurilor unde se produce frecare, a unor transformatoare funcţionale cu o caracteristică de forma celei arătate în figura 3.

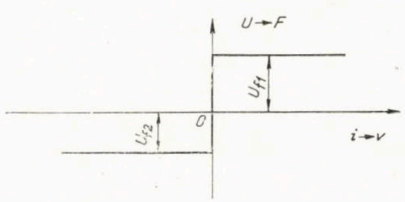



Fig. 3. Caracteristica unui transformator funcţional pentru simularea frecării dintre prăjini şi ţevile de extracţie

Tensiunea $U_{f1}$, care apare la alternanţa pozitivă, şi tensiunea $U_{f2}$, care apare la alternanţa negativă curentului electric, corespund forţei de frecare la cursa ascendentă şi, respectiv, la cursa descendentă a prăjinilor.

Un alt exemplu se referă la posibilitatea de modelare a pompajului în cazul pătrunderii unei cantităţi mari de gaze în pompă.

Se ştie că efectul principal al acestui fenomen se manifestă în timpul comprimării gazelor în cilindrul pompei, comprimare care are loc de la începutul cursei descendente a pistonului pînă la deschiderea supapei mobile.

În figura 4 se arată o diagramă schematică corespunzătoare pistonului pentru situaţia relatată. Pe ramura *CD* a dinamogramei are loc comprimarea gazelor în cilindrul pompei.

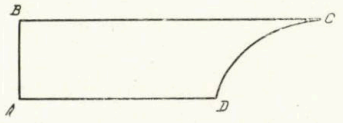



Fig. 4. Schema unei dinamograme de fund care se obţine în cazul pătrunderii unei cantităţi mari de gaze în pompă. Schema corespunde ipotezei că coloana de ţevi este ancorată

Pentru modelarea fenomenului se poate pleca de la consideraţia că în timpul comprimării gazelor este valabilă relaţia :

$$p_c \cdot V_g = C, \qquad (8)$$

în care :

$p_c$ este presiunea din cilindrul pompei;
$V_g$ — volumul ocupat de gaze;
$C$ — constantă.

Întrucît volumul ocupat de gaze în cilindrul pompei este funcţie de deplasarea pistonului, se poate deduce destul de uşor o relaţie care să exprime variaţia presiunii din cilindru, precum şi a sarcinii totale care acţionează asupra pistonului în funcţie de deplasarea lui.

Urmează ca, pe baza corespondenţei dintre mărimile mecanice şi cele electrice menţionate, să se realizeze un dispozitiv electronic care, în funcţie de curentul electric de la sfîrşitul liniei corespunzătoare garniturii de prăjini, să genereze o tensiune electrică în conformitate cu relaţia stabilită pentru mărimile mecanice. Este necesar ca tensiunea electrică obţinută să se aplice tot la sfîrşitul liniei electrice corespunzătoare garniturii de prăjini, adică în punctul corespunzător pistonului pompei.

Realizarea unui model complet care să dispună de dispozitive de simulare a tuturor factorilor principali care pot influenţa procesul de pompare oferă posibilitatea extinderii metodei modelării şi la cercetări privind determinarea condiţiilor efective de funcţionare a echipamentului de adîncime a sondelor, eliminîndu-se prin aceasta carenţele metodei analitice, datorate atît neglijării unor factori, cît şi operativităţii mai reduse.

Extinderea metodei la astfel de cercetări pleacă de la premisa că fiecare factor care acţionează în timpul procesului produce deformaţii caracteristice asupra dinamogramei înregistrate la prăjina lustruită a sondei.

Pe baza acestei premise, dinamograma obţinută prin modelarea sondei coincide cu dinamograma înregistrată, numai dacă factorii introduşi în model corespund cu cei existenţi efectiv în sondă.

Cu ajutorul unui model perfecţionat, cercetarea unei sonde şi diagnosticarea eventualelor deficienţe s-ar face simplu, prin introducerea în model a datelor caracteristice referitoare la echipament şi la regimul de pompaj aplicat, considerîndu-se întîi desfăşurarea normală a procesului. Funcţionarea normală a sondei este indicată de coincidenţa (ca formă şi mărime) dinamogramei de suprafaţă înregistrată la sondă cu dinamograma corespunzătoare obţinută prin modelare. În caz de necoincidenţă a dinamogramelor, se caută (fără a se recurge la interpretări) factorii perturbatori care au condus la dinamograma înregistrată la sondă, introducîndu-se în model, cu ajutorul dispozitivelor de simulare, pe rînd cîte unul sau mai mulţi factori, pînă se ajunge la coincidenţa dinamogramelor.

Modelarea ar permite şi localizarea unor defecţiuni ca frecări excesive între prăjini şi ţevi sau apariţia vreunei neetanşeităţi la coloana de ţevi de extracţie.

Unele cercetări efectuate la I.C.P.T.G.-Cîmpina, în direcţia perfecţionării modelării pompajului, au lăsat să se întrevadă faptul că există posibilităţi practice de extindere a metodei în sensul celor arătate.

Astfel, s-au realizat dispozitive practice de modelare a frecărilor dintre prăjini şi ţevile de extracţie şi dintre piston şi cilindrul pompei. De asemenea, s-a realizat un dispozitiv experimental pentru modelarea pompajului cu umplerea incompletă a pompei, obţinîndu-se rezultate pozitive. Cazurile de submergenţă dinamică mare s-au putut modela fără introducerea unor dispozitive suplimentare. În limita posibilităţilor, cercetările fiind restrînse, s-a verificat premisa că fiecare factor perturbator are o influenţă caracteristică asupra formei dinamogramei de suprafaţă.

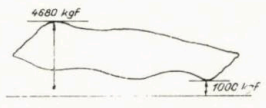
În urma cercetărilor s-a ajuns la concluzia că un model complet trebuie să cuprindă dispozitive pentru simularea următorilor factori principali, care influenţează procesul de pompare :

— umplerea incompletă a pompei (pompaj cu lipsă de nivel);
— pătrunderea cantităţilor mari de gaze în pompă;
— pierderi mari de lichid prin spaţiul dintre piston şi cilindrul pompei;
— pierderi mari de lichid pe la supape;
— pierderi de lichid prin neetanşeităţi la coloana de ţevi de extracţie;
— frecări între prăjini şi ţevile de extracţie;
— frecări la piston;
— submergenţă dinamică mare;
— dezechilibrarea unităţii de pompare, alunecările curelelor de transmisie dintre motor şi reductor şi alunecări în rotorul motorului electric (de tip asincron).

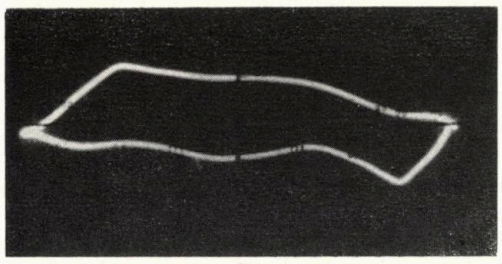
Se consideră că nu este necesar să se simuleze defecţiuni ca blocarea supapelor, griparea pistonului şi ruperi de prăjini, deoarece aceste defecte se evidenţiază uşor la suprafaţă, imediat ce se produc.

Sînt redate în continuare cîteva exemple de dinamograme realizate în cadrul lucrărilor de perfecţionare menţionate.

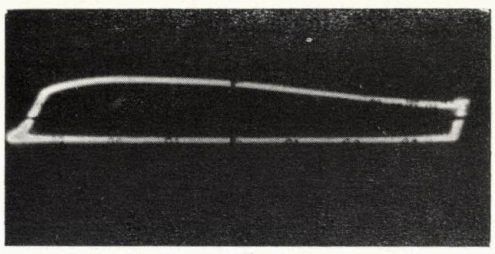
În figura 5*a* se prezintă dinamograma trasată la prăjina lustruită a unei sonde cercetată. Figurile 5*b* şi 5*c* reprezintă dinamogramele




*a)*



*b)*



*c)*

Fig. 5 Dinamograme referitoare la o sondă cu funcţionare normală :

*a* – dinamograma de suprafaţă înregistrată la sondă; *b,c,*-dinamograme obţinute prin modelarea sondei.

obţinute prin modelare în punctul corespunzător prăjinii lustruite şi respectiv, pistonului, pentru condiţii normale ale procesului de pompare.

Coincidenţa dinamogramelor 5*a* şi 5*b* indică o funcţionare normală a sondei.

În figura 6*a* se prezintă dinamograma de suprafaţă trasată la o sondă care funcţionează cu lipsă de nivel în pompă. Figurile 6*b* şi 6*c* reprezintă dinamogramele de suprafaţă şi de fund, obţinute prin modelare pentru funcţionarea normală a sondei. Faptul că dinamogramele 6*a* şi 6*b* nu au coincis a indicat o funcţionare anormală a instalaţiei.

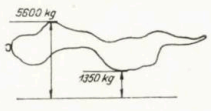
În figurile 6*d* şi 6*e* se prezintă dinamogramele de suprafaţă şi de fund obţinute prin modelare, pentru aceeaşi sondă, simulîndu-se cu ajutorul unui dispozitiv experimental umplerea incompletă a pompei.

Coincidenţa dinamogramelor 6*a* şi 6*d* indică funcţionarea sondei cu umplerea incompletă a pompei, gradul de umplere putînd fi determinat din figura 6*e*.

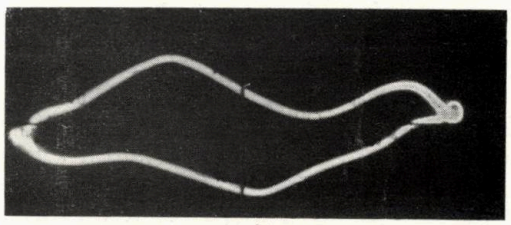
În figura 7*a* se redă dinamograma de suprafaţă a unei sonde cu o submergenţă dinamică foarte mare.

În figurile 7*b* şi 7*c* se prezintă dinamogramele de suprafaţă şi, respectiv, de fund, obţinute prin modelare pentru funcţionarea normală a sondei şi cu submergenţă dinamică obişnuită (circa 100 m).

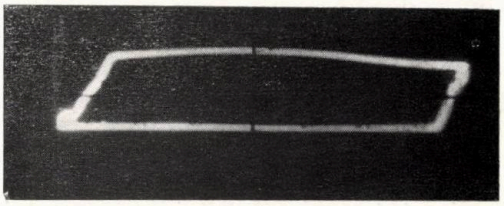
Întrucît dinamogramele 7*a*, şi 7*b* nu au coincis, s-a căutat factorul care a intervenit în proces şi s-a constatat că numai introducînd o submergenţă dinamică foarte mare s-a putut obţine pe ecranul osciloscopului modelului o dinamogramă asemănătoare celei trasate la sondă.



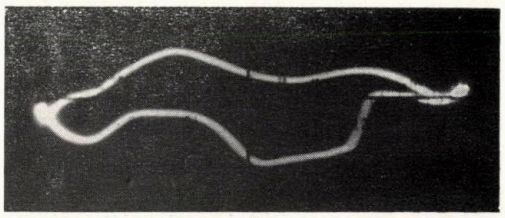

*a)*



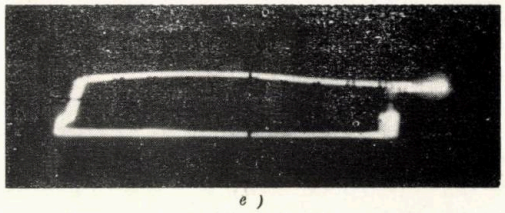
*b)*



*c)*



*d)*



*e)*

Fig. 6. Dinamograme referitoare la o sondă care funcţionează cu pompa incomplet umplută :

*a* – dinamograma de suprafaţă înregistrată la sondă; *b – e* – dinamograme obţinute prin modelarea sondei.

În figurile 7*d* și 7*e* se prezintă dinamogramele de suprafață și, respectiv, de fund, obținute prin modelare, cu introducerea submergenței dinamice mari.

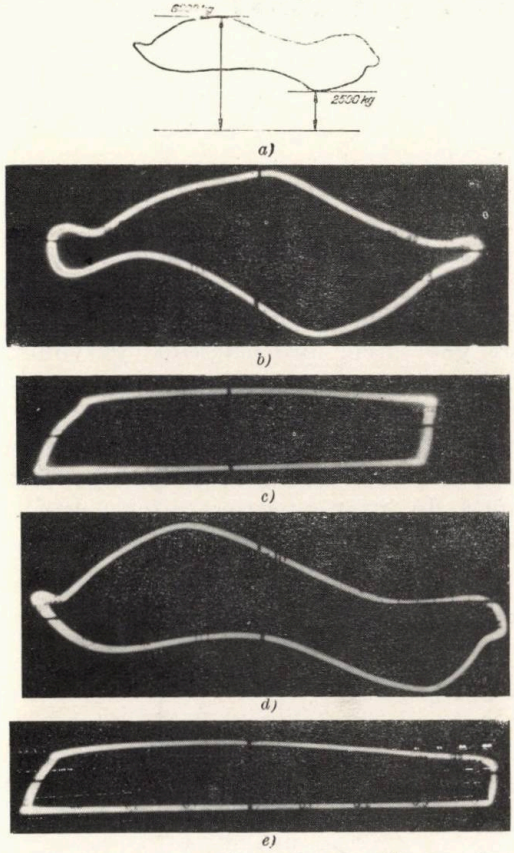



Fig. 7 Dinamograme referitoare la o sondă cu submergență dinamică mare :
*a* — dinamograma de suprafață înregistrată la sondă ; *b* — *e* dinamograme obținute la modelarea sondei.

## Concluzii

Atît metoda analitică de cercetare a pompajului, cît și metoda modelării analogice prezintă avantaje incontestabile pentru exploatarea rațională a echipamentului de pompare, fapt care impune extinderea folosirii acestora.

Stadiul actual de dezvoltare a metodelor menționate determină limitarea domeniilor de aplicabilitate, metoda analitică fiind adecvată pentru verificarea condițiilor reale de funcționare a echipamentului de adîncime, iar metoda modelării analogice pentru cercetări de optimizare. Datorită acestui fapt, cercetarea completă a pompajului de adîncime necesită utilizarea ambelor metode.

În unele cazuri, rezultatele cercetării sondelor prin metoda analitică sînt afectate de erori mari. Acestea se datoresc, în primul rînd, faptului că în calcule nu se iau în considerație unii dintre factorii care influențează desfășurarea procesului.

Perfecționarea cercetării pompajului necesită luarea în considerație, într-un mod cît mai realist, a tuturor factorilor care intervin în proces.

O cale operativă de îmbunătățire a cercetării pompajului o constituie perfecționarea modelării analogice a procesului și extinderea metodei la cercetarea sondelor cu regim efectiv aplicat.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Slonneger, J. C. Dynagraph Analysis of Sucker Rod Pumping, Gulf Publishing Company Houston, Texas, 1961.
2. Eubanks, J. M., Franks, B. L. și alții. Pumping well problem analysis. Engineering Department Sun Oil Company. 1958.
3. Adamache, I. Cercetări analitice și de modelare electronică asupra pompajului de mare adîncime cu prăjini. Lucrare de dizertație, I.P.G.G. București, 1963.
4. Adamache, I. Tihon, N. și Ionescu, N. Modelarea electronică a pompajului de adîncime cu prăjini, ICFE Cîmpina, 1965.
5. Adamache, I. Tihon, N. și alții. Modelarea electronică a pompajului cu debite mari de lichid obținute cu pompe tip TB de 3", cu adîncime de fixare a pompelor pînă la 1 000 m, ICFE Cîmpina, 1966.
6. Brătianu, R. Tihon, N. și Adamache, I. Modelarea electronică a pompajului cu debite mari de lichid obținute cu pompe TB de 2" și 21/2", cu adîncimea de fixare a pompelor de la 1 000 la 2 000 m", ICFE, Cîmpina, 1967.
7. Brătianu, R. Tihon, N. și Adamache, I. Modelarea electronică a pompajului cu debite mari de lichid obținute cu pompe tip „P" cu adîncimi de fixare a pompelor de la 2 000 la 3 000 m", ICFE Cîmpina 1968.
8. Gibbs, S. G. și Neely, A. B. Computer diagnosis of down-hole conditions in sucker rod pumping wells. Paper number S.P.E. 1165 Society of Petroleum Engineers of AIME.
9. Patton, D. L. A Computer Technique for Analysing Pumping Well Performance J. Petrol. Technol. March, 1968
10. Herbert, F.W. Sucker rod pumps now analyzed with digital computer". Oil Gas J. February 28, 1966.
11. Nicolau, E. și Adamache, I. Modelarea electronică a pompajului de adîncime. Automatica și electronica, **8**, nr. 1, ian-feb. 1964.
12. Nicolau, E., Adamache, I. Piringer, R., Tihon, N. și Ionescu, N. Experiențe efectuate cu modelul electronic pentru pompajul de adîncime, Buletinul Institutului politehnic, București, **3**, 1966.
13. Kemler, R. An investigation of experimental methods of determing Sucker-rod Loods, New York, Meeting February 1936, Trans. AIME, 1936, p. 89—99.
14. Vîrnovski, A. S., Gutenmacher, L. I. și Korolkov, I. B. Electricescoe modelirovanie glubinnonasosnoi ustanovki, Neft. Hoz. nr. 11, 1951, p. 30—34.
15. Todd., F. C. Design of an electrical analog for Sucker-rod problems. Spring Meeting of the Southwestern District Division of Production, Beaumont, Texas, March **7**, **8**, **9**, 1951.
16. Vîrnovski, A. S. Issledovanie Glubinnonasosnoi-ustanovki dlea expluatații nefteanîh skvajin ; dissertația predstavlennaia na soiskanie ucenoi stepeni doctora-inginerskih Nauk Institut Nefti Akademii Nauk S.S.S.R Moskva, 1952.
17. Vîrnovski, A. S., Ivancov, P. A. și alții. Electrical Modelling Control and Automation of Oil Well Pumps. The paper beenpresented at the Sixth WPC in Frankfurt/Main, June, 1963.
18. * * * Midwest Research Institute. Electric Analog Study of Sucker-rod Pumping Systems ; Drilling and Production Practice. American Petroleum Institute, May, 1968.
19. Kogan B. I. Dispozitive electronice de modelare și folosirea lor pentru studiul sistemelor de reglare automată. Ed. tehnică, București, 1964.
20. Troițkii, V.E. Rabota glubinnosasosnoi ustanovku v oslojnenih usloviah expluatații. AZERNEȘR, 1962.

# Unele aspecte geologice și petrolifere ale bazinului Essaouira (Maroc)

D. Paraschiv

În cursul anului 1972 a fost prezentat și susținut, la Rabat, un raport asupra perspectivelor de hidrocarburi ale Marocului [10]. Cu această ocazie, reprezentanții țării gazde, remarcînd maniera originală a geologilor români de a interpreta datele de cunoaștere și de a aprecia posibilitățile de țiței și gaze ale unor regiuni sau formațiuni geologice, au propus autorului acestui articol să scrie o notă despre bazinul Essaouira, pe care să o publice într-una din periodicile românești sau marocane. Articolul de față constituie, așadar, un răspuns la propunerea geologilor marocani.

Începînd cu anul 1957, cînd prima sondă săpată în bazinul Essaouira a pus în evidență zăcămîntul de gaze de la Kechoula, s-a desfășurat o intensă și activă campanie de lucrări de prospecțiune și explorare, constînd din cartări geologice, prospecțiuni gravimetrice, magnetometrice și seismice, precum și din numeroase foraje.

Lucrările efectuate au acoperit, la un grad de detaliu și de semidetaliu, aproape întreaga suprafață de interes petrogazeifer a bazinului. Sondele săpate au realizat adîncimi de maxi-

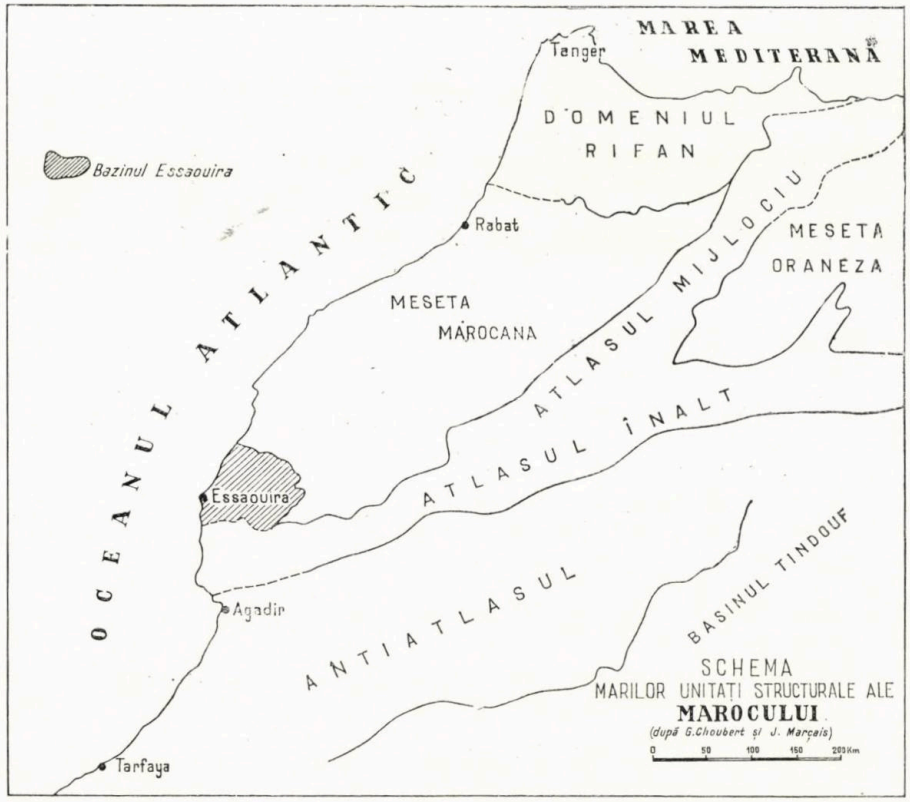



Fig. 1

Bazinul Esaaouira se situează în vestul Marocului (fig. 1) și face parte din grupul unităților facial-structurale „atlantice". Acestea reprezintă, de fapt, prelungiri (golfuri), în direcția continentului, ale marelui silon mezocainozoic ce se dezvoltă în zona de off shore și care se continuă pe cîteva sute de km spre S, întrucîtva paralel cu coastele vestice ale Africei.

mum 4 024,5 m, în limitele cărora au fost traversate depozite triasice, jurasice, cretacice și terțiare. Aceste depozite ar putea fi grupate în două subetaje structurale: unul inferior, reprezentat prin formațiuni triasice, care, împreună cu cele paleozoice, alcătuiesc fundamentul bazinului Essaouira și trebuie încadrate la Meseta marocană, altul superior, constituit

din depozite jurasice, cretacice, paleogene şi pliocene, proprii acestui bazin.

Triasicul a fost întîlnit cu mai multe foraje dar nici unul dintre ele nu l-a traversat în întregime, deşi sonda 1 Ichech l-a deschis pe o secţiune de 2 716 m. Intervalul forat în, Triasic constă din sare masivă, sare cu intercalaţii de marne roşcate şi dolerite, orizonturi de marne. Succesiunea normală şi grosimea Triasicului din Essaouira nu se cunoaşte, fiindcă acesta este implicat într-o tectonică complicată, de tip diapir, şi pentru că, înaintea depunerii Jurasicului, regiunea a fost exondată, permiţînd eroziunii să îndepărteze, local, o parte din formaţiunile respective. Imediat mai la N, însă, în regiunea Doukkala, unde condiţiile geologice n-au favorizat formarea de structuri diapire, profilul Triasicului constă dintr-o serie saliferă, încadrată de două serii pelitice. În seria saliferă se intercalează o pînză de dolerite, groasă de 100—170 m.

Potrivit coloanei stratigrafice sintetice, întocmită de Société Cherifiène de Pétrol (fig. 2), subetajul structural superior începe cu calcare recifale şi continuă cu gresii roşii şi dolomite, toate de vîrstă liasică.

Doggerul este format din gresii, marne, dolomite şi calcare, iar Malmul din marne, gresii calcaroase, calcare parţial recifale şi pe alocuri dolomitizate, dolomite şi anhidrite.

Cretacicul începe cu calcare organogene, care suportă o succesiune repetată de calcare recifale, calcare dolomitice, calcare lumaşelice, dolomite, marne — pe alocuri dolomitice —, marne grezoase şi gresii. Această succesiune se încheie cu nisipuri.

Eocenul este constituit, de asemenea, din calcare, marne şi gresii.

Pliocenul, la care se include şi Vilafranchianul, este predominant grezo-conglomeratic, cu intercalaţii de marne.

Depozitele jurasice, cretacice, eocene şi pliocene au, în bună parte, culoarea roşie.

Sedimentogeneza în bazinul Essaouira a fost determinată de poziţia marginală a acestei regiuni, de mişcările oscilatorii ale scoarţei şi de halocineză.

Schimbarea sensului mişcărilor oscilatorii pe ansamblul bazinului a avut drept efect modificarea poziţiei ţărmului, respectiv numeroase ingresiuni marine. În timpul Mezozoicului şi al Cainozoicului, suprafaţa bazinului Essaouira a fost cel puţin odată exodată în întregime şi pe o durată îndelungată, justificînd separarea, în cadrul succesiunii stratigrafice, a două principale cicluri de sedimentare : unul care ţine din Liasicul inferior pînă către sfîrşitul Eocenului, celălalt corespunzător Pliocenului. În cadrul primului ciclu s-ar putea delimita mai multe subcicluri echivalente, groso modo, Liasicului Doggerului, Malmului, Cretacicului şi Eocenului. Dintre lacunele de sedimentare locale, semnalate de diferiţi cercetători [3, 8], reţin atenţia acelea care afectează partea superioară a calcarelor de Anklout şi baza marnelor de Anklout (Calovianul superior-Oxfordianul inferior).

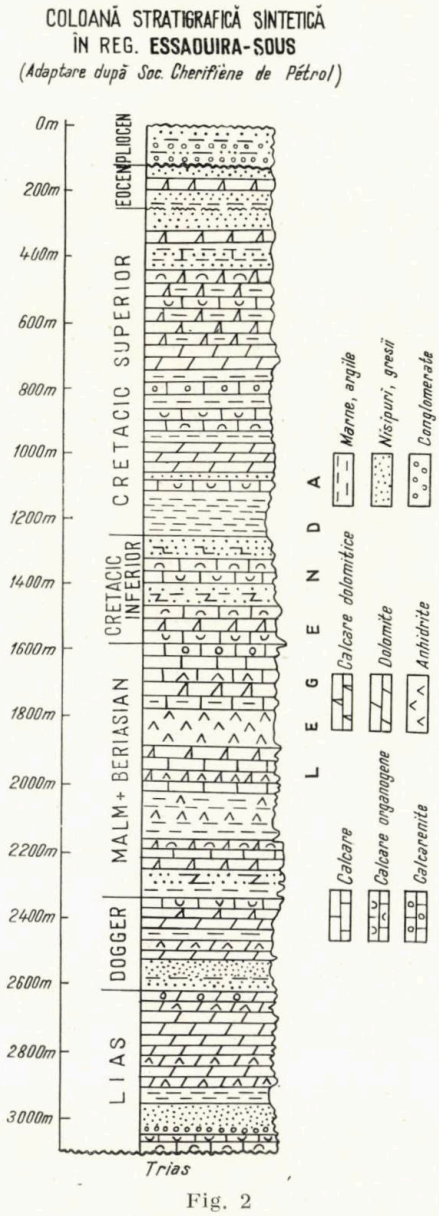



Fig. 2

Formarea bazinului Essaouira a început în Liasic, cu partea vestică a regiunii, unde depozitele Jurasicului inferior cumulează o grosime mai mare cu 700 m decît în centrul şi estul bazinului. Tendinţa de îngroşare spre vest a formaţiunilor mezozoice continuă pînă la nivelul Sequanianului, după care isopahitele manifestă tendinţă de uniformizare.

Marea liasică a invadat o platformă continentală cu un înalt grad de energie. Morfologia fundului bazinului, accidentată în Liasic şi din ce în ce mai şterasă către sfîrşitul Jurasicului, a fost generată, pe de-o parte, de haloci-

neză, iar, pe de altă parte, de mișcarea diferențiată a blocurilor tectonice.

Apele jurasice și, în parte, cele creatice au avut, în general, adîncimi mici. Adăugînd la aceasta relieful accidentat (energia mare) a fundului mării, rezultă că bazinul Essaouira a fost, practic, fragmentat în perioadele respective, în cîteva compartimente de ordinul al doilea și al treilea.

Diversitatea condițiilor de sedimentare impuse de factorii care au acționat asupra ansamblului bazinului, cît și în interiorul lui a avut drept consecință o accentuată variație de facies. Acest fapt rezultă din datele geofizice și din studiul carotelor care au permis separarea, de exemplu în Jurasic, a trei faciesuri principale [8]:

— faciesul cu evaporite și argile roșii de tip litoral;

— faciesul de șelf, reprezentat prin depozite perirecifale, calcare conglomeratice și bioclastice și marno-calcare remaniate; ponderea și frecvența depozitelor grosiere perirecifale și recifale (?) crește în zonele structurilor domale;

— depozite de slabă energie, formate din argile și marne de culoare închisă, din ce în ce mai frecvente în Cretacic.

Aprofundînd analiza variației (uneori ritmică) condițiilor de sedimentare, G e n d r o t (1970) distinge în cadrul faciesului lagunar din Jurasic trei cicluri evaporitice: unul localizat în baza acestei serii, altul în Liasicul superior-Dogger și ultimul, în Jurasicul superior. Ciclurile evaporitice sînt separate de formațiuni de șelf, care arată o tendință către viața recifală. Astfel, secvența dintre primele cicluri evaporitice se caracterizează prin frecvența stromatolitelor, cărora le urmează un regim prerecifal de tipul recifilor de Spongieri și apoi, un regim vazos. Secvența dintre ultimele două cicluri evaporitice este reprezentată prin dolomite, apoi prin calcare cu polipieri și Cladacoropsis.

În situația arătată mai înainte se înțelege că mediul de depunere, faciesurile și microfaciesurile constatate într-un anumit punct nu pot fi generalizate întotdeauna pe ansamblul regiunii. Din aceleași motive, reperele biostratigrafice au valoare locală, iar grosimea sedimentelor suferă substanțiale variații.

Una dintre importantele implicații ale neuniformității litofaciesurilor și a grosimilor constă în variația vitezei de propagare a undelor seismice în diferitele puncte ale aceluiași profil. Din aceste motive, izocronele nu exprimă corect raporturile dintre structuri și repere stratigrafice. De exemplu, zonele axiale ale structurilor Taboulaouart și Sidi Rhalem, situate la o distanță de circa 30 km una de alta, sînt circumscrise „la nivelul Doggerului", de o izocronă comună, ceea ce, în condițiile uniformității litofaciale, ar trebui să exprime aceeași adîncime. În realitate, sondele săpate au dovedit că, la un reper din Dogger, între cele două structuri există o diferență izobatică de circa 500 m.

Din analiza distribuției formațiunilor geologice care aflorează și din examinarea hărții structurale, întocmită la nivelul Argovianului (fig. 3), rezultă că sedimentarul posttriasic al bazinului Essaouira se afundă, în ansamblu, de la NE spre SV. Pe acest fond general de afundare se disting numeroase elemente structurale de tip domal și chiar diapir. Amplitudinea structurilor și complexitatea tectonică a acestora pare să crească în raport cu grosimea sedimentarului (cu subsidența bazinului), adică tot de la NE către SV.

Interesant de semnalat este faptul că marea majoritate a domurilor și diapirelor sînt asociate cu linii de falie, în orientarea cărora se desprind două tendințe: una NE—SV și alta E—V. Din studiile cu caracter regional reiese că accidentele tectonice dirijate NE—SV și care alcătuiesc majoritatea s-au format în timpul fazelor diastrofice hercinice. Faliile orientate E—V sînt de vîrstă mai recentă, sincronizîndu-se cu fazele atlasice. Sistemul de falii paleozoice și mezo-cainozoice a fost reactivat și apoi amplificat prin concentrarea unor importante mase de sare ce manifestau tendința de străpungere (diapiră) a sedimentarului de deasupra. Prezența numeroaselor falii în Essaouira presupune, bineînțeles, structura în blocuri a bazinului respectiv.

Dintre structurile determinate pînă în prezent merită un plus de atenție diapirele Tidsi și Essaouira, la care sarea apare la zi. Potrivit imaginii structurale oferite de prospecțiunile seismice și de harta bazată pe datele de foraj — prezentată în figura 3 — la est de Tidsi se schițează un sinclinal regional, care se continuă și la vest de această structură, pînă în zona de off shore. Sinclinalul are orientare atlasică și reprezintă, de fapt, zona de maximă subsidență tardivă a bazinului Essaouira, evidențiată în special de izopahitele Senonianului și Eocenului (fig. 4). Structurile Tidsi și Essaouira taie transversal sinclinalul regional, avînd o orientare predominant hercinică.

Spre deosebire de restul structurilor halocinetice, care s-au schițat în Jurasic și au evoluat tot timpul acestei perioade, ca și în Cretacic, procesul de străpungere a sării în zona diapirelor Tidsi și Essaouira s-a produs în mod violent și, deci, într-un timp extrem de scurt. Afirmația este susținută de lipsa aproape totală a flancurilor la aceste două structuri.

Diapirismul structurilor Tidsi și Essaouira este de vîrstă mai recentă decît vîrsta celorlalte elemente structurale holocinetice, și anume posterioară Eocenului, implicat în sinclinalul regional, dar anterioare Pliocenului, care acoperă transgresiv masivele de sare [6]. Acest

moment ar putea să corespundă fazei atlasice principale (Miocen) adică, așa cum se va arăta în cele ce urmează, după punerea în loc a zăcămintelor de hidrocarburi în bazinul Essaouira.

Modificarea în timp și în spațiu a condițiilor de sedimentare se corelează și cu o accentuată variație a indicilor potențialului petroligen. Astfel, analizele geochimice au arătat

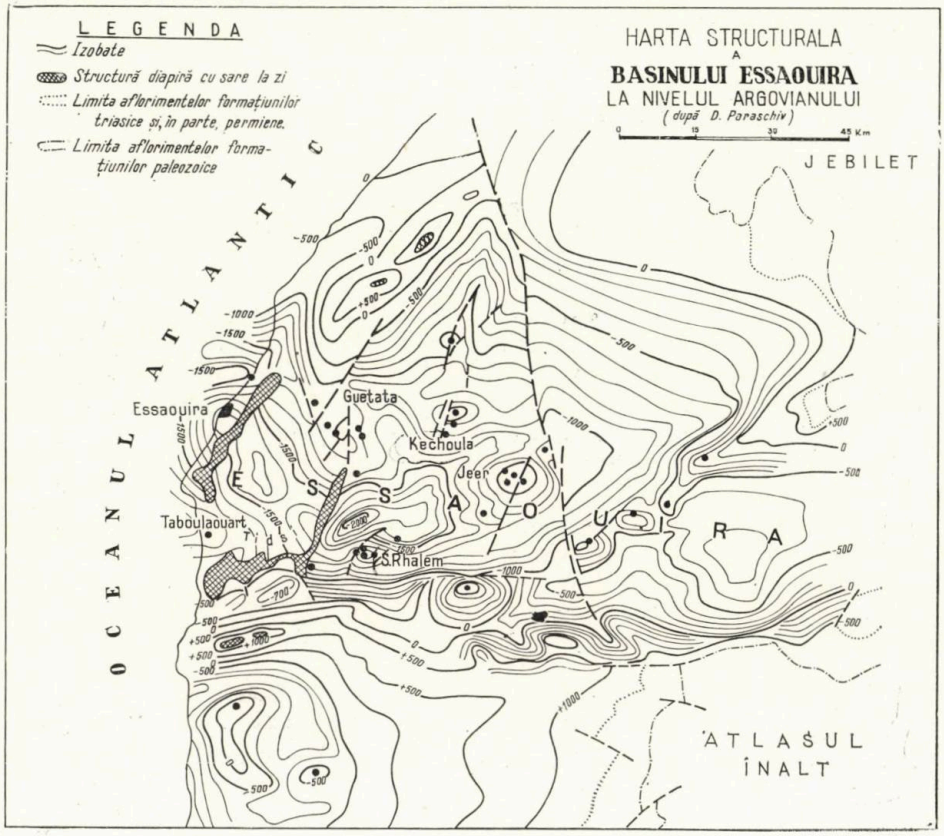



Fig. 3

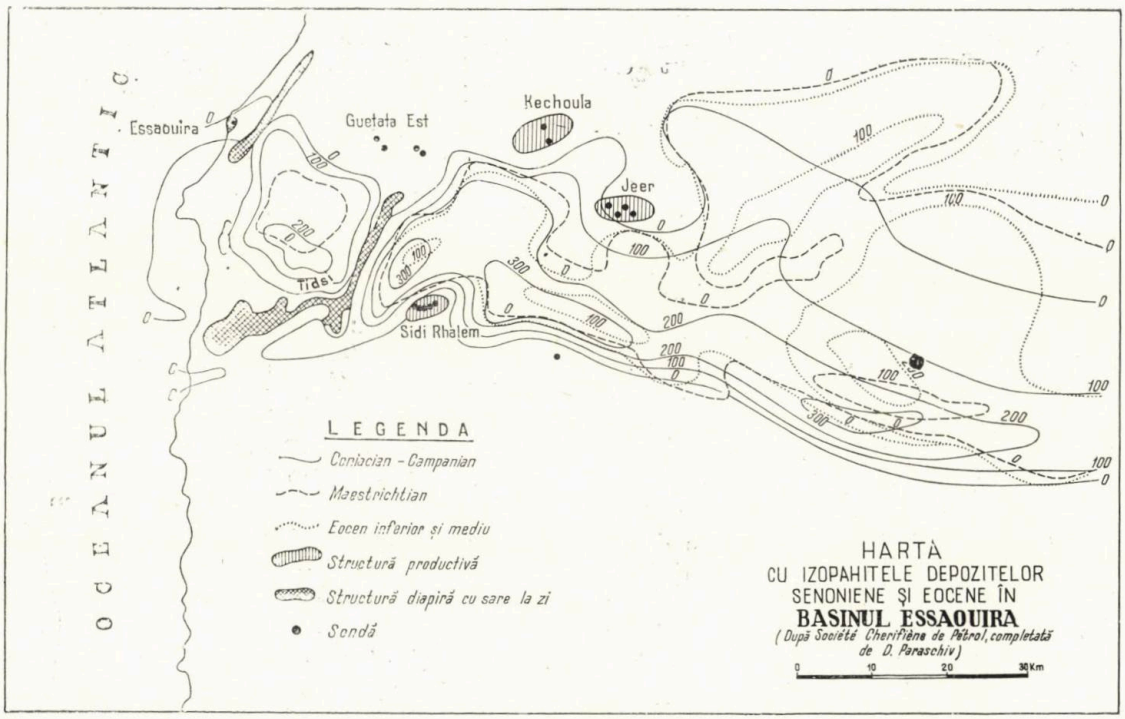



Fig. 4

că în Liasicul inferior nu se poate vorbi, practic, de roci generatoare de hidrocarburi, iar Liasicul superior se caracterizează printr-un potențial foarte slab. În Doggerul superior au fost determinate numai puncte izolate, în care depozitele au caracter de roci-mame. Potențialul petroligen al Calovianului este mediocru, iar cel al Oxfordianului, slab. Argovian-Rauracianul se caracterizează, însă, prin condiții favorabile genezei hidrocarburilor, și anume printr-un conținut bogat în materie organică de origine marină, depusă, adesea, într-un mediu reducător, și printr-o maturație suficientă a acestuia. Sequanian-Portlandianul, ca și Neocomianul, se remarcă prin condiții slabe de geneză. Gargasianul și partea superioară a Albianului conțin materie organică în cantități importante și de bună calitate (de origine marină).

Din analizele geochimice efectuate de către G a u t h i e r și P o r t a u l t (1970) sînt de reținut două aspecte mai importante : în primul rînd depozitele cu cele mai bune proprietăți de roci-mame aparțin Argovian-Rauracianului și Gargaisian-Albianului ; în al doilea rînd, pe măsură ce se merge de la N către S, orizonturile potențiale sînt mai frecvente. Cum Apțian-Albianul aflorează pe o mare suprafață a bazinului, rezultă că principalele formațiuni care pot fi etichetate cu roci-sursă se rezumă, de fapt, la cele argovian-rauraciene.

Rocile colectoare sînt reprezentate prin gresii liasice slab permeabile, dolomite — în parte fisurate — aparținînd Doggerului și bazei Malmului, dolomite vacuolare, parțial grezoase în Argovian, dolomite fisurate în Rauracian etc. După cîțiva autori [2], unele calcare și dolomite cu proprietăți colectoare sînt de origine recifală.

Rocile cu cele mai bune proprietăți de rezervor se întîlnesc în dreptul structurilor halocinetice, tendința de străpungere a sării favorizînd fisurația și chiar procesul de dolomitizare [13]. Pe măsura depărtării de axul domurilor, calitatea rezervoarelor se deteriorează, ca urmare a creșterii ponderii anhidritului sau a fracțiunii marnoase în stratele calcaroase și grezoase.

Rocile protectoare sînt reprezentate prin numeroase orizonturi de anhidrite, calcare compacte, marno-calcare și marne.

Pînă în prezent în bazinul Essaouira au fost descoperite trei structuri productive, dintre care una cu țiței (Sidi-Rhalem) și două cu gaze (Kechoula și Jeer). Indicații de țiței au mai fost semnalate în Liasicul structurii Guetata E. Pe toate cele trei structuri principala formațiune productivă este de vîrstă argoviană. Sporadic și cu o comportare modestă produc unele colectoare din Dogger și Rauracian.

După cum s-a arătat, frecvența rocilor posibil petroligene este mai mare și calitatea materiei organice mai bună, în sectorul sudic al bazinului. Ori tocmai acest sector a funcționat ca zonă de maximă subsidență tardivă. De asemenea, se mai remarcă că anticlinalele productive Sidi-Rhalem, Kechoula și Jeer, ca și structura Guetata E (cu debite neindustriale de țiței), se situează pe marginile zonei de subsidență. Aceste elemente, judecate împreună, sugerează că hidrocarburile formate în sinclinalul regional (zona de subsidență maximă), sub presiunea sedimentelor, a căror grosime creștea continuu, au fost expulzate către marginile cuvetei, în sectoarele cele mai ridicate, corespunzătoare structurilor diapire menționate. Acestea, păstrînd tot timpul Jurasicului, Cretacicului și Eocenului o poziție mai ridicată, au beneficiat de condiții de sedimentare diferite, materializate prin formarea unor roci cu proprietăți de rezervor și au constituit zone de apel pentru țiței și gaze. Este probabil că în procesul migrației laterale, hidrocarburile să se fi deplasat preferențial pe suprafețele de discontinuitate și, în primul rînd, pe cea din Calovianul superior-Oxfordianul inferior.

Indicațiile slabe ori lipsa totală a hidrocarburilor pe celelalte structuri se pot explica, pe de-o parte, prin potențialul petroligen redus sau inexistent în zonele adiacente coborîte, iar pe de altă parte, prin lipsa unor roci colectoare.

În lumina considerațiilor de mai sus, continuarea cercetării diapirelor Tidsi și Essaouira apare lipsită de premise favorabile. În primul rînd datorită faptului că acestea n-au funcționat ca zone de ridicare în timpul perioadelor de subsidență. Către această concluzie conduc hărțile seismice, care indică, așa cum s-a mai arătat, lipsa unor flancuri dezvoltate, marginile diapirelor respective profilîndu-se, practic, ca niște pereți („salt walls"). În al doilea rînd, zona structurilor respective, integrîndu-se în sectorul de maximă subsidență din Jurasic, Cretacic și Eocen, n-a întrunit condițiile necesare depunerii unor sedimente care să evolueze în roci cu proprietăți de rezervor. În sfîrșit, diapirele Tidsi și Essaouira s-au format în post Eocen, adică după punerea în loc a zăcămintelor din bazinul Essaouira.

Procesul de formare a diapirelor tardive cu sare extruzivă s-a produs numai de-a lungul anumitor falii, fără implicații asupra întregului bazin și nu poate ridica problema unei redistribuiri a acumulărilor de hidrocarburi.

Lucrările efectuate și rezultatele obținute par să indice că explorarea formațiunilor posttriasice din bazinul Essaouira a fost încheiată. Cu toate acestea, perspectiva descoperirii unor volume modeste de rezerve, în special în jumătatea sudică a regiunii, rămîne deschisă.

În condițiile pronunțatelor variații de depunere constatate în Essaouira, se înțelege că rocile rezervor sînt distribuite neuniform și că această distribuție nu poate fi determinată cu metodele geofizice de cîmp. Problema poate fi abordată însă prin studiul carotelor și al diagrafiilor geofizice de sondă, în vederea întocmirii unor hărți de porozități și permeabilități. Hărțile respective ar putea să evidențieze anumite variații de grosime a diferitelor formațiuni jurasice și chiar cretacice, fapt care ridică problema unor eventuale capcane stratigrafice. Studiul detaliat al grosimilor, asociat cu analize microfaciale și petrofizice și cu observații structurale amănunțite, ar putea constitui un început în această privință.

Ținînd seama de evoluția tehnicii și a tehnologiei din ultimii 10—12 ani, apare oportună reluarea probelor de producție la cîteva sonde abandonate pe structurile Guetata și Bou Zergoun care, în concepția noastră, nu pot fi etichetate definitiv ca neproductive.

În concluzie, perspective de hidrocarburi ale bazinului Essaouira sînt legate de capcanele litologice (variațiile de porozitate și permeabilitate) și stratigrafice, precum și de unele structuri (Guetata, Bou Zergoun) la care rezultatele probării stratelor nu apar suficient de concludente. Problema capcanelor stratigrafice și litologice se pune pentru toate structurile din jumătatea sudică a bazinului, în primul rînd la nivelul Liasicului și Doggerului și, în al doilea rînd, la nivelul Malmului și, eventual, Cretacicului inferior. Condiția primordială a unor concluzii valabile în studiile de viitor este aceea a prelucrării moderne a materialului seismic (utilizarea unor legi de viteză corecte) care, împreună cu datele de sondă, să permită stabilirea raporturilor exacte între diferite structuri și repere stratigrafice.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Blant, G. Les recherches de la Société Cherifiènne des Pétroles dans la Sud-Ouest Marocain. Rézultats acquis de 1958 a fin 1964 et programme des travaux. Archive B.R.P.M. Rabat, 1965.
2. Blant, G. și Haziza Y. Mise au point des connaissances acquises concernant le gissement d'huile de Sidi Rhalem, Rabat, 1965.
3. Blant, G. Bassin du Sud-Ouest Marocain. Etude paleogeographique du Jurasique inferieur et moyen. Archive B.R.P.M., Rabat, 1966.
4. Bouroullec, J. Etudes des microfacies du Mesozoique (Trias a Albien) d'une serie de carottes provenant de 23 forages du Sud-Ouest Marocain. Archive B.R.P.M. Pau (France), 1969.
5. Diakov, I. ș. a. Rapport sur les études réalisées par le group d'éxperts et concernant l'assistance au B.R.P.M. dans l'établissement des programmes d'études géologiques et géophysiques pour l'éxploration du pétrole. Moscou 1969.
6. Duffaud, F. Les structures diapiriques de la region d'Essaouira (zone atlasique côtière septentrionale). L'archive B.R.P.M. Rabat, 1959.
7. Gauthier, J. și Portault, B. Etude géochimique des formations mesosoïques et tertiaires de la région Essaouira-Agadir (Maroc-Centre Ouest). Potentiel petroligène et caractéres sédimentologiques principaux. L'archive B.R.P.M. Pau (France), 1970.
8. Gendrot, C. Observations sur la serie jurassique d' E.S.S.1, Archive B.R.P.M., Rabat, 1970.
9. Halbouty, M. Salt domes — Gulf region, United States and Mexico, Houtson, 1967.
10. Popescu, Gr., Paraschiv, D., Patrulius, D., Ștefănescu, M. și Popescu, M. Rapport sur les possibilités petrolières au Maroc. Rabat-Bucarest, 1972.
11. * * * Djebel Jeer, mise au point des connaissances acquises concernant le gissement de gas de l'Argovien. Rabat, 1959, s.c.P.
12. * * * Djebel Kechoula, mise au point des connaissances acquises concernant le gissement de gas de l' Argovien. Rabat, 1959, S.C.P.
13. Thery, J. Essai de synthèse géologique et pétrolière du Maroc-Centre Ouest. L'archive B.R.P.M Rabat, 1969.
14. Trusheim, F. Mechanism of salt migration in northern Germany, B.A.A.P.G. 44, nr. 9, 1960, p. 1519—1540.

# Programarea, aplicarea și rezultatele obținute în optimizarea procesului de foraj la o sondă de mare adîncime

I. Ana, Gh. Ionescu, L. Măciucă și Gr. Stănescu

În ultimii ani, interesul specialiștilor pentru optimizarea procesului de foraj a crescut, îndeosebi pentru sondele de mare adîncime, aceasta fiind cea mai importantă cale de creștere a eficienței forajului. Săparea sondelor după un program optim se concretizează în reducerea timpului de săpare a unei sonde, respectiv în reducerea cheltuielilor. Rezultatele din țară și din străinătate confirmă acest lucru.

Avînd în vedere conceptul general privind optimizarea procesului de săpare, și anume:

— cunoașterea caracteristicilor geologo-fizice ale formațiunilor ce vor fi traversate;

— stabilirea tipului și proprietăților fluidului de foraj;

— stabilirea programului hidraulic la sapă;

— stabilirea tipurilor optime de sape;

— stabilirea apăsărilor și turațiilor optime, precum și a timpului de menținere a sapelor pe talpă: la elaborarea programului optim de foraj pentru o sondă de mare adîncime a fost necesară participarea unui personal specializat în probleme de geologie, chimie pentru fluide de foraj, tehnologie și programare a regimurilor optime etc.

Cercetătorii Institutului de cercetare și proiectare tehnologică pentru industria extractivă de țiței și gaze, care au cercetat și elaborat programul optim de săpare, împreună cu specialiștii din șantierele de foraj de care aparține sonda analizată au organizat, atît înainte de începerea forajului, cît și în timpul desfășurării lui, întîlniri de lucru în cadrul cărora s-au analizat toate aspectele programului, s-a definitivat varianta optimă și s-a stabilit necesarul de echipament și materiale pentru trecerea la aplicare.

La baza întocmirii programului optim au stat datele și măsurătorile de la sondele săpate anterior în zonă.

Obiectul acestui articol constă în a prezenta și discuta rezultatele obținute prin aplicarea tehnologiei optime la săparea intervalului 800—3750 m (pentru tubarea coloanei de 9 5/8 in) de la sonda 4595, comparativ cu rezultatele obținute la o altă sondă (A) de pe aceeași structură la care nu s-a aplicat un program de optimizare, precum și realizările obținute prin extinderea acestei tehnologii într-o zonă similară.

## 1. Considerații geologo-fizice

Sonda este amplasată în nord — vestul Platformei Moesice, avînd ca obiectiv cercetarea geologică a formațiunilor mezozoice și paleozoice.

Pînă la adîncimea de tubaj a coloanei 9 5/8 in (3 750 m) sonda a traversat, conform previziunilor, formațiunile neogene după cum urmează:

— Dacian/Pontic ~ 400 m;
— Pontic/Meotic ~ 800 m;
— Meotic/Sarmațian ~ 1 385 m;
— Sarmațian ~ 3 750 m.

În intervalul analizat (800—3 750 m) după tubarea coloanei 13 3/8 in (800 m), forajul a traversat în Meoțian două pachete litologice distincte:

800—1 120 m — marne și marne nisipoase;
1 120—1 385 m — nisipuri și gresii cu intercalații de marne și marne nisipoase.

Sarmațianul este alcătuit din următoarele pachete litologice:

1 385—2 500 m — marne, marne grezoase cu frecvente intercalații de gresii compacte și filme calcaroase;

2 500—3 280 m — alternanțe de gresii consolidate și marne compacte;

3 280—3750 m — gresii cu trecori la gresii consolidate, microconglomerate și conglomerate în baza intervalului cu un grad mai accentuat de abrazivitate și cu rare intercalații de marne compacte și marne grezoase.

— Înclinările stratelor sînt relativ mici, cuprinse între 5—15°, mai mari în baza intervalului analizat.

— Gradientul de temperatură s-a estimat pe baza măsurătorilor existente și se încadrează în limitele normale, avînd valoarea de 1°C/34 m.

— Gradientul de presiune a fluidelor din porii rocilor s-a estimat pe baza diagrafiilor

de la sonda de comparaţie, precum şi a unor măsurători de presiune, obţinîndu-se valori normale de 0,107 kgf/cm²/m.

— Ca dificultăţi semnalate în zona respectivă se menţionează excavaţiile formaţiunilor marnoase, lipiri şi uneori dărîmări, gazeificări cu tendinţe de manifestări, precum şi frecvente formări de găuri cheie.

## 2. Programul de optimizare a forajului şi aplicarea lui

### *Tipul şi proprietăţile fluidului de foraj*

La sonda de comparaţie, s-a utilizat pentru săparea intervalului 800—3 750 m un fluid pe bază de apă — bentonită, barită, tratat cu reactiv de lignit, ferocromlignosulfonat, hidroxid de sodiu şi C.M.C. tehnic. Greutatea specifică a avut valori cuprinse între 1,25—1,40 kgf/dm³ (tabela 1).

La alegerea tipului şi proprietăţilor fluidului de foraj pentru sonda analizată cunoscîndu-se influenţa acestora asupra dislocării, s-au avut în vedere următoarele:

— reducerea diferenţialului de presiune în zona tălpii sondei (proiectarea unei greutăţi specifice optime a fluidului);

TABELA 1

**Greutatea specifică a fluidului de foraj ($\gamma_n$) şi presiunea diferenţială în zona tălpii sondei ($\Delta P$)**

| Intervalul săpat ,m | $\gamma_n$ (kgf/dm³) | | $\Delta P$ (kgf/cm²) | |
|---|---|---|---|---|
| | sonda de comparaţie | sonda 4595 | sonda de comparaţie | sonda de referinţă |
| 800—2 340 | 1,25 | | 14—42 | 7—21 |
| 2 340—2 885 | 1,35 | 1,16 | 65—81 | 21—26 |
| 2 885—2 980 | 1,38 | | 89—92 | 26—27 |
| 2 980—3 750 | 1,40 | | 98—124 | 27—34 |

— utilizarea unui tip de fluid cu solide puţine care să prevină acumularea solidelor, a excavaţiilor în formaţiunile marnoase, precum şi a celorlalte dificultăţi semnalate anterior.

Pe baza estimării gradienţilor de presiune a fluidelor din porii rocilor, greutatea specifică propusă şi realizată la sonda analizată a fost de 1,16 kgf/dm³. Ca tip de fluid s-a realizat un fluid de foraj tensioactiv cu conţinut redus în solide după reţeta ICPTG—Cîmpina, avînd următoarea compoziţie.

— derivat celulozic purificat;
— motorină;
— $AAS_9$;
— TENSROM;
— barită pînă la greutatea specifică respectivă.

Pentru eliminarea solidelor din fluidul de foraj, s-au folosit două site vibratoare cu plase suprapuse şi dimensiuni diferite, precum şi o baterie de hidrocicloane de 6 in.

Caracteristicile fluidului de foraj realizat la sonda analizată, comparativ cu cele ale fluidului utilizat la sonda de comparaţie, sînt redate în tabela 2.

TABELA 2

**Caracteristicile fluidelor de foraj**

| Caracteristica | | Sonda de referinţă | Sonda de comparaţie |
|---|---|---|---|
| Greutatea specifică, kgf/dm³ | | 1,15—1,16 | 1,25—1,40 |
| Viscozitate Marsh, s | | 37—42 | 45—110 |
| Viscozitatea aparentă (Stormer), cP | | 15—27 | 50—120 |
| Gelaţia iniţială, dyn/cm² | | 0—8,0 | 5,0—40,0 |
| Gelaţia la 10 min, dyn/cm² | | 6,5—50,0 | 35,0—140,0 |
| Viscozitate plastică (Qheometru), cP | | 10—20 | 30—100 |
| Limita de curgere, dyn/cm² | | 0—20 | 42—160 |
| Filtru, cm³/30' | | 7,5—20,0 | 2,0—6,5 |
| Turta, mm | | 0,5—1,5 | 0,5—1,5 |
| Indicele, *p*H | | 7,5—9 | 8,5—11,0 |
| Conţinut în: | apă, % vol. | 80—86 | 70—80 |
| | motorină, % vol. | 2,5—10,0 | 1,0—5,0 |
| solide: | argiloase, % vol. | 3,0—9,0 | 7,0—20,0 |
| | barit, % vol. | 1,0—6,5 | 6,0—15,0 |

De menţionat că proprietăţile fluidului tensioactiv cu solide puţine s-au menţinut în limitele stabilite în program, fără a necesita un tratament special (numai diluare cu soluţie TENSROM), spre deosebire de cele ale fluidului utilizat la sonda de comparaţie, care a necesitat condiţionări repetate cu fluidizanţi.

De asemenea, excavaţiile înregistrate la sonda de comparaţie au avut diametre mai mici la sonda analizată, diametrul mediu al găurii de sondă reducîndu-se de la 357 mm la 327 mm (diametrul sapei 311,2 mm). Din analiza cavernogramelor de la cele două sonde, rezultă că pe intervalul 800—2000 m reducerea excavaţiilor este cea mai substanţială. Acest interval este redat în figura 1.

La aceasta a contribuit şi reducerea de circa 2,5 ori a timpului de expunere a pereţilor sondei la acţiunea fluidului de foraj.

### *Hidraulica la sapă*

Pentru intervalul 800—3 750 m, traversat cu sape de 311,2 mm, s-a proiectat şi realizat la sapă o putere hidraulică specifică de 5—4 CP/in² faţă de 3—1,5 CP/in² cît s-a realizat la sonda de comparaţie şi viteze de jet de circa 120 m/s faţă de circa 90 m/s.

Modul de folosire a puterii hidraulice instalate la cele două sonde este redat în tabela 3.

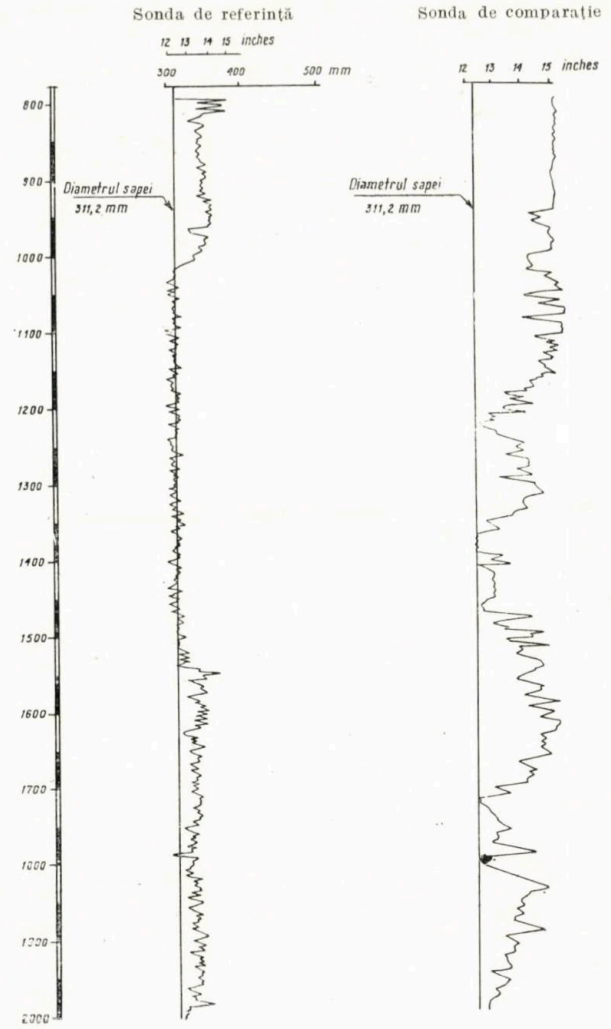



Fig. 1. CAVERNOGRAME

TABELA 3

**Folosirea puterii hidraulice instantanee**

| Caracteristici | Sonda | |
|---|---|---|
| | de comparație | de referință |
| Tipul instalației | 3 DH | F—320 DE |
| Puterea hidraulică instalată, CP | 1 600 | 2 000 |
| Puterea hidraulică disponibilă* CP | 1 160 | 1 450 |
| Presiunea maximă de lucru, kgf/cm² | 200 | 300 |
| Debitul de circulație realizat, l/s | 35—30 | 42 |
| Presiunea medie de lucru realizat, kgf/cm² | 100 | 140 |
| Puterea hidraulică folosită, CP | 470 | 785 |
| Puterea hidraulică folosită/ disponibilă, % | 40,5 | 54 |

*S-a considerat randamentul mecanic 0,85 și cel volumetric 0,85.

De observat că programul hidraulic aplicat la sonda analizată poate fi realizat și cu instalația 3 DH utilizată la sonda de comparație.

*Tipur ile optime de sapă*

Recomandările pentru tipul optim de sapă s-au făcut pe baza unor teste, a datelor de foraj de la sonda A, precum și a asimilărilor cu zone similare de la alte sonde. În programul inițial stabilit, s-au recomandat, pentru intervalul 800—3 000 m, folosirea sapelor de tip S în loc de M și MTA, iar pentru intervalul 3 000—3750 m a sapelor de tip M în loc de MTA.

La sondă, pe baza noilor informații obținute, tipul de sapă S s-a extins pînă la 3 490 m, apoi s-a folosit tipul M pînă la adîncimea de 3 610 m și în final tipul de sapă MTA.

*Regimul mecanic optim* ($W \times N$)

La sonda de comparație, regimul folosit a fost de 15—20 tf apăsare și 140—70 rot./min viteza de rotație la masă (reducerea vitezei de rotație cu creșterea adîncimii).

Pentru programul optim, s-a avut în vedere stabilirea apăsării și turației, care să conducă la realizarea unui cost minim pe metru forat.

S-au recomandat și realizat apăsări de 27—28 tf și turații la masă de la 150 rot./min, în partea superioară, la 85 rot./min, în partea finală.

Cu toate că nu au existat probleme din punctul de vedere al tendinței naturale de deviere (strate cu înclinări relativ mici, 5—15°) partea inferioară a prăjinilor grele a fost rigidizată cu stabilizatori cu lame (Ø = 309 mm) după următoarea schemă; primul stabilizator deasupra sapei, al doilea la 9 m și al treilea la 27 m de la sapă.

## Rezultate obținute

Rezultatele obținute prin aplicarea programului optim la săparea intervalului 800—3750 m, la sonda analizată comparativ cu cele de la sonda de comparație pe același interval și cele estimate în programul inițial, sînt redate în tabela 4.

Neconcordanța dintre indicatorii estimați inițial și cei realizați ca urmare a aplicării optimizării s-ar putea datora următoarelor cauze:

— lipsa unor informații suficiente de la sonda de comparație și extrapolării informațiilor avute pentru noua locație;

— modificarea pe parcurs a unor elemente din program, pe baza testelor efectuate la sonda analizată.

După cum se poate constata din datele centralizate în tabela 4, indicatorii tehnici la

TABELA 4

**Comparaţia principalilor indicatori tehnici**

| Indicatori | Sonda de comparaţie | Sonda de referinţă | |
|---|---|---|---|
| | | estimat | realizat |
| Interval analizat, m | 800—3 743 | 800—3 750 | 800—3 746 |
| Metraj, m | 2 943 | 2 950 | 2 946 |
| Total timp rotaţie, ore | 1 250 | 620 | 407 |
| Total timp operativ, ore | 2 481 | 1 345 | 980 |
| Consum de sape, buc. | 71 | 31 | 32 |
| Viteza mecanică medie pe interval, m/h | 2,35 | 4,75 | 7,25 |
| Metraj mediu pe sapă, m/sapă | 41,5 | 95 | 92 |
| Viteza operativă medie pe interval, m/zi | 28,5 | 52,5 | 72 |

sonda analizată s-au îmbunătăţit, ceea ce a dus la reducerea substanţială a cheltuielilor efective de săpare (tabela 5).

TABELA 5

**Îmbunătăţirea indicatorilor tehnico-economici la sonda de referinţă faţă de cei obţinuţi la sonda de comparaţie**

| | |
|---|---|
| — creşterea metrajului pe sapă de | 2,2 ori |
| — creşterea vitezei mecanice de | 3,1 ori |
| — creşterea vitezei operative de | 2,5 ori |
| — reducerea cheltuielilor efective de săpare de | 1,5 ori |

Ca urmare a creşterii substanţiale a indicatorilor tehnici, cu toate că instalaţia F—320 D. E. folosită la sonda 4595 are un cost orar cu circa 25 % mai mare ca cea de la sonda de comparaţie, cheltuielile efective de săpare, pentru intervalul analizat, s-au redus de 1,5 ori (s-a ţinut seama şi de costul fluidului de foraj).

Costul chimicalelor pentru prepararea şi întreţinerea noului tip de fluid de foraj de la sonda analizată a fost cu 17 % mai mare faţă de cel de la sonda de comparaţie, în schimb cheltuielile pentru transportul lor s-au redus cu 62 % (s-a redus cantitatea de chimicale transportate). Pe total, costul fluidului de foraj a fost cu 12,5 % mai mic la sonda analizată.

Creşterea indicatorilor tehnici, respectiv reducerea cheltuielilor efective de săpare, se datorează următorilor factori:

— reducerea presiunii diferenţiale în zona tălpii sondei sub 35 kgf/cm² (de 2—4 ori faţă de sonda de comparaţie — tabela 1);

— creşterea puterii hidraulice la sapă şi a energiei mecanice (W × N) de circa 2 ori;

— tipului şi proprietăţilor noului fluid de foraj folosit (viscozitate mai mică, filtrare mai mare);

— folosirea tipurilor adecvate de sape;

— exploatarea raţională a sapelor (timp de lucru pe talpă) cunoscuţi ca factori determinanţi pentru eficienţa procesului de săpare.

*Extinderea aplicării programului optim*

Paralel cu săparea sondei analizată s-a trecut la extinderea aplicării programului optim de săpare, într-o zonă adiacentă.

Prin aplicarea programului în noua zonă, la săparea intervalului 600—2 600 m (pentru tubarea col. 9 5/8 in), s-au obţinut rezultatele arătate în tabela 6.

TABELA 6

**Rezultatele obţinute prin extinderea aplicării programului într-o zonă similară (600—2 600 m)**

| Indicatori | Media realizărilor la cîte două sonde săpate | |
|---|---|---|
| | anterior | cu program optim |
| Total timp rotaţie, ore | 390 | 256 |
| Total timp operativ, ore | 604 | 374 |
| Total sape, buc. | 19 | 10 |
| Viteza mecanică medie, m/h | 5,1 | 7,8 |
| Metraj pe sapă, m/sapă | 105 | 200 |
| Viteza operativă, m/zi | 79 | 129 |
| Cheltuieli efective de săpare, % | 100 | 45 |

Se menţionează că cele patru sonde au fost forate, în intervalul analizat, cu acelaşi tip de fluid de foraj (nu s-a folosit fluidul tensioactiv de la sonda analizată) şi acelaşi tip de instalaţie (F—200). La ultimele două sonde, însă săpate după extinderea aplicării programului optim, principalele modificări au constat în utilizarea unui fluid cu greutatea specifică mai mică, pentru realizarea unui diferenţial de presiune în zona tălpii sondei sub 35 kgf/cm² (de circa 2 ori mai mic decît la sondele precedente) şi dublarea apăsărilor pe sapă.

## Concluzii

Optimizarea procesului de foraj este principala cale de reducere a costului forajului sondelor.

Programul optim de săpare trebuie să stabilească, în principal, următoarele:

— tipul şi proprietăţile fluidului de foraj;
— hidraulica la sapă;
— tipurile optime de sape;
— apăsările şi turaţiile optime;
— exploatarea raţională a sapelor.

Săparea intervalului 800—3 750 m pentru tubarea coloanei 9 5/8 in, la sonda analizată după un program optim elaborat de ICPTG — Cîmpina, a condus la creşterea vitezei operative de la 28,5 m/zi la 72 m/zi, respectiv la reducerea cheltuielilor efective de săpare de 1,5 ori.

Noul tip de fluid tensioactiv elaborat de ICPTG—Cîmpina aplicat la sonda analizată a costat cu circa 12% mai puţin ca cel convenţional utilizat la sonda de comparaţie.

Prin extinderea aplicării programului optim într-o zonă similară, cheltuielile efective de săpare a intervalului 600—2 600 m (pentru tubarea col 9 5/8 in) s-au redus de circa două ori.

Aplicarea la prima sondă a programului de către cercetătorii de la ICPTG — Cîmpina în colaborare strînsă cu personalul operativ de execuţie şi conducere, cît şi analiza detaliată a acestuia, atît înaintea începerii forajului, cît şi în timpul aplicării la prima sondă, este o condiţie imperios necesară de care depinde succesul întregii acţiuni.

Aceasta are ca scop înţelegerea şi adoptarea variantei optime, cît şi a detalierii măsurilor tehnico-organizatorice ce trebuie luate pentru asigurarea aplicării întocmai a celor stabilite prin program.

# PRIMA SESIUNE DE COMUNICĂRI ICENERG

## Bucureşti, 18-20 octombrie 1973

Ministerul Energiei Electrice — Institutul de cercetări electroenergetice şi pentru termoficare, în colaborare cu Consiliul Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor, organizează la Bucureşti, în luna octombrie 1973, o sesiune de comunicări tehnico-ştiinţifice.

Prin organizarea sesiunii de comunicări se urmăreşte să se supună realizările institutului unei analize critice din partea beneficiarilor şi a colaboratorilor, să se facă cunoscute realizările într-o sferă mai cuprinzătoare şi să se supună discuţiilor lărgite unele direcţii de cercetare.

În cadrul sesiunii se vor prezenta circa 165 de comunicări din domeniile: producerea, transportul, distribuţia şi utilizarea energiei electrice, sisteme şi reţele electrice, tehnica tensiunilor înalte, automatică, informatică şi electronică, centrale termoelectrice, termoficare, hidrotehnică industrială în centrale termoelectrice, chimie în energetică, centrale nuclearo-electrice, tehnologii şi materiale specifice în energetică, economie în energetică, psihologia muncii.

Lucrările sesiunii ICENERG se vor desfăşura pe specialităţi, în următoarele secţii:

Secţia E — Electroenergetică şi electrotehnică.
Secţia T — Termoenergetică şi termotehnică.
Secţia A — Automatică, informatică şi electronică.
Secţia TM — Tehnologii şi materiale în energetică.

De asemenea, în cadrul sesiunii vor fi organizate mese rotunde cu următoarele teme:

— Creşterea siguranţei în funcţionare, prin perfecţionarea metodelor de încercări.
— Creşterea randamentului centralelor electrice.

Informaţii suplimentare se pot obţine de la Serviciul documentare al institutului, str. Doamnei nr. 14—16, tel. 15.08.90 int. 909.

# *Contribuţia diagrafiei acustice în stabilirea unor parametri de determinare a performanţei forajului*

S. Gh. Iordache şi I. Floarea

Cercetările efectuate pînă în prezent în activitatea de foraj au ajuns la concluzia că factorul cel mai important care afectează costul forajului este viteza de foraj. Aceasta este determinată de o serie de factori mecanici sau hidraulici ai regimului de foraj, precum şi de alţi factori, definiţi de programul de foraj sau de caracteristicile fizico-mecanice ale formaţiilor traversate, care dau un caracter complex proiectării, execuţiei şi analizei procesului de săpare a sondelor.

Rezultatele înregistrate cu dispozitivul E.P.R. (Esso Production Research), care a arătat greutatea reală lăsată pe sapă, torsiunea, încovoierea şi ritmul schimburilor acestor valori, precum şi presiunea interioară şi exterioară a garniturii de foraj, la mai multe sonde din diferite şantiere din S.U.A., confirmă cît de complicat este să se stabilească lucrul sapei pe talpa sondei prin actualele procedee de foraj.

Pe măsura perfecţionării procedeului de înregistrare şi a determinării precise a cauzelor ce produc efectele constatate şi măsurate, se va găsi şi ultima verigă — cum spunea M. Grant Bingham [4] — care mai lipseşte pentru ca forajul să fie adus la un stadiu de perfecţionare superioară.

Lucrările de engineering efectuate în domeniul forajului au adus, de asemenea, o serie de date demne de luat în consideraţie la aprecierea performanţei sapelor şi a descoperirii căilor pentru mărirea vitezei de foraj în condiţiile variate ce se găsesc în fiecare sondă sau în fiecare şantier de petrol şi gaze. Acestea au demonstrat că vitezele de lucru pentru sondele ce se sapă ulterior pe aceeaşi structură cresc faţă de cele înregistrate la prima sondă de la 1 la 2, 2,5, ca urmare a îmbunătăţirii regimului de foraj şi a măririi performanţelor sapelor în condiţiile de teren a căror variaţie de la o sondă la alta sînt foarte mici.

S-au întocmit astfel diagrafiile performanţei sapelor, al căror studiu oferă posibilitatea cunoaşterii modului de folosire al acestora, putîndu-se trage concluzii pentru sondele viitoare [3,4].

Pentru determinarea factorilor legaţi de caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor traversate ce influenţează forajul, un profil stratigrafic al sondei stabilit pe baza diagrafiilor geofizice poate fi util pentru alegerea sapei, stabilirea momentului de extragere şi aplicarea parametrilor regimului de foraj corespunzător.

Pînă în prezent diagrafia geofizică clasică satisfăcea parţial aceste probleme, avînd un caracter auxiliar de luat în consideraţie la proiectarea tehnologiei forajului.

Astfel, măsurătorile electrice şi radioactive ca şi măsurătorile acustice stabilesc doar date calitative asupra structurii rocii, pot stabili date cantitative asupra elementului util [5, 6, 7, 8] şi numai orientativ se folosesc anumite elemente asupra mecanicii rocilor [1,2], în vederea alegerii sculelor de dislocare, de altfel aşa cum se precizează şi în literatura actuală de specialitate [ 10, 11, 12].

În stabilirea caracteristicilor fizico-mecanice ale mediilor forate un rol important îl joacă caracteristicile elastice — ca elemente specifice mecanicii rocilor [9]. Astfel, un semnal acustic în trecerea sa prin mediu este influenţat direct de proprietăţile elastice ale mediului traversat [1, 2, 13, 14].

De astă dată condiţiile naturale de existenţă a mediului (structura, textura, duritatea, compoziţia chimică ş. a.) influenţează direct asupra caracteristicilor dinamice ale semnalului acustic. Mai mult chiar, pe baza influenţei simultane a condiţiilor de existenţă a mediului, se pot stabili şi anumite corelaţii între caracteristicile elastice ale semnalului acustic şi alte caracteristici mecanice sau de structură sau se pot stabili unele corelaţii chiar între modulul lui Joung şi duritate.

Toate aceste caracteristici sînt concretizate practic în măsurătorile acustice de viteză utilizate în geofizica de sondă, măsurători care reprezintă metodele cele mai moderne ce folosesc dependenţa duritate — viteza de deplasare a undelor acustice.

Conform celor stabilite anterior [9], expresia analitică a durităţii rocilor traversate de foraj, ca funcţie de caracteristicile elastice de deplasare a undelor acustice, este de forma [9]:

$$D_s = 0{,}589 \cdot 10^{-14} \cdot V_L \sqrt{\frac{\rho(1-2\sigma)}{\pi(1-\sigma)^2}} \qquad (1)$$

în care :

$D_s$ este duritatea statică ;
$V_L$ — viteza undelor longitudinale ;
$\rho$ — densitatea rocii ;
$\sigma$ — coeficientul lui Poisson.

Atribuindu-i-se valorii de sub radical o valoare constantă, calculată în condițiile lucrului mecanic efectuat de emisia acustică, expresia durității $D_s$ devine :

$$D_s = 0{,}529 \cdot 10^{-14} \cdot V_L \qquad (2)$$

Sub această formă expresia (2) conduce la întocmirea graficului de interpretare cantitativă a diagrafiei acustice de viteză (fig. 1)

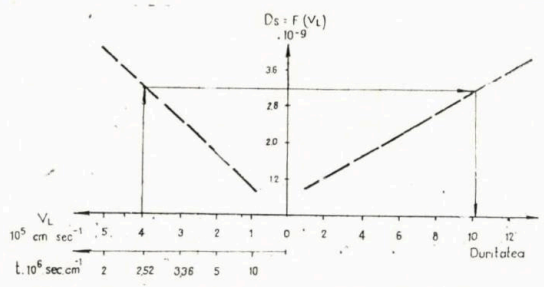



Fig. 1. Graficul de interpretare cantitativă a diagrafiei acustice de viteză.

pentru stabilirea categoriilor de duritate a rocilor [15] traversate de foraj. Astfel, printr-o urmărire minuțioasă a semnalului acustic înregistrat, se stabilesc în mod automat și continuu variațiile caracteristicilor mecanice ale rocilor străbătute, obținîndu-se interpretarea directă a durității ($D_s$) din diagrafia acustică.

Din verificările practice în mai multe foraje a diagrafiei geofizice s-a ajuns la concluzia că pentru întocmirea profilului litologic sînt suficiente diagrafiile electrice și sonice, care, controlate de probele de sită și carotele mecanice extrase, pot evidenția variațiile proprietăților fizico-mecanice a rocilor, permițînd întocmirea unui profil litologic al găurii de sondă.

Pentru o exemplificare a eficienței utilizării diagrafiei geofizicii complexe în evidențierea variațiilor proprietăților fizico-mecanice a rocilor, se prezintă cîteva paralelizări de profile de diagrafie geofizică și diagramele timpului de avansare a sapelor pe metrul liniar.

În figura 2 se prezintă un foraj care traversează un complex geologic format dintr-o succesiune de gresii și marne, cu durițățile stabilite prin măsurătorile acustice (C 3), confirmate de diagramele timpului de avansare (C 4), întocmite după diagramele vitezelor mecanice de avansare și de diagrama timpului de avansare a sapelor utilizate (C 5 ).

Desigur că variația valorilor durităților stabilite prin diagrafia acustică (C 3) urmărește mult mai îndeaproape variația durităților formațiilor străbătute de foraj, creînd astfel posibilitatea de corelare a durităților cu celelalte valori ale parametrilor fizici urmăriți de curbele electrice C 1 și C 2.

O situație similară de confirmare a durităților rocilor stabilite prin diagrafia acustică este prezentată și în figurile 3 și 4.

Desigur că schimbarea sapelor sau uzura lor pot crea și anumite neparalelizări ale timpului de avansare cu valorile durităților înregistrate. O astfel de situație se întîlnește pe intervalul 3 100 — 3 200 m (fig. 3), acesta putînd fi rezultatul celorlalți factori legați de caracteristicile geologice ale formației ca abrazivitatea, caracterul structural și litologic al formației etc.

O urmărire efectivă a durităților rocilor de către diagrama timpului de avans este prezentată în figurile 4 și 5 unde, o dată cu creșterea durității rocilor, respectiv a timpului de parcurs al undelor acustice, se observă o creștere corespunzătoare și a timpului de foraj, în special datorită existenței intercalațiilor grezoase din intervalul săpat. Rezultă astfel că, printr-o corelare a diagrafiei geofizice pe structurile de foraj, se poate interveni și în tehnologia de foraj, în așa fel, încît pentru a menține un timp planificat de avans să se stabilească tipurile de scule tăietoare și perioadele corespunzătoare de lucru pentru zonele cercetate.

Mai mult chiar, parametrii geofizici înregistrați în mod continuu pe coloana forajului pot constitui elemente indispensabile pentru programarea tehnicii de lucru pentru viitoarele foraje amplasate pe aceeași structură de cercetare.

Revenind la aplicațiile practice curente prin urmărirea statistică a raporturilor duritate, stabilită geofizic, și timp de forare pentru fiecare tip de sculă tăietoare utilizată, s-a putut stabili o serie de plaje de durități (fig. 6) acoperite de tipuri de sape diferite, în intervale de timp diferite, culese de la sondele săpate pe o anumită structură.

Rezultă că pe baza unui astfel de grafic întocmit (fig. 6) se poate stabili și randamentul pe tipuri de sape, caracterizat prin „constanta sapei", introdusă și susținută de M. G. B i n g h a m [4] care, de astădată, își găsește o justificare practică în cadrul forajului.

Înscriind în acest grafic caracteristicile de lucru ale sculelor tăietoare, funcție de randamentul statistic obținut, rezultă drept constante a sapei, următoarele :

1. Sapele tip „coadă de pește" au viteza mecanică cea mai bună, iar domeniul lor de folosire se limitează superior pînă la duritatea $< 5{,}6$.

2. Sapele tip M cu conuri se încadrează între valorile timpului de avansare de 0,4—1 h/m, corespunzător unor durități cuprinse între 3,5 și 5,4.

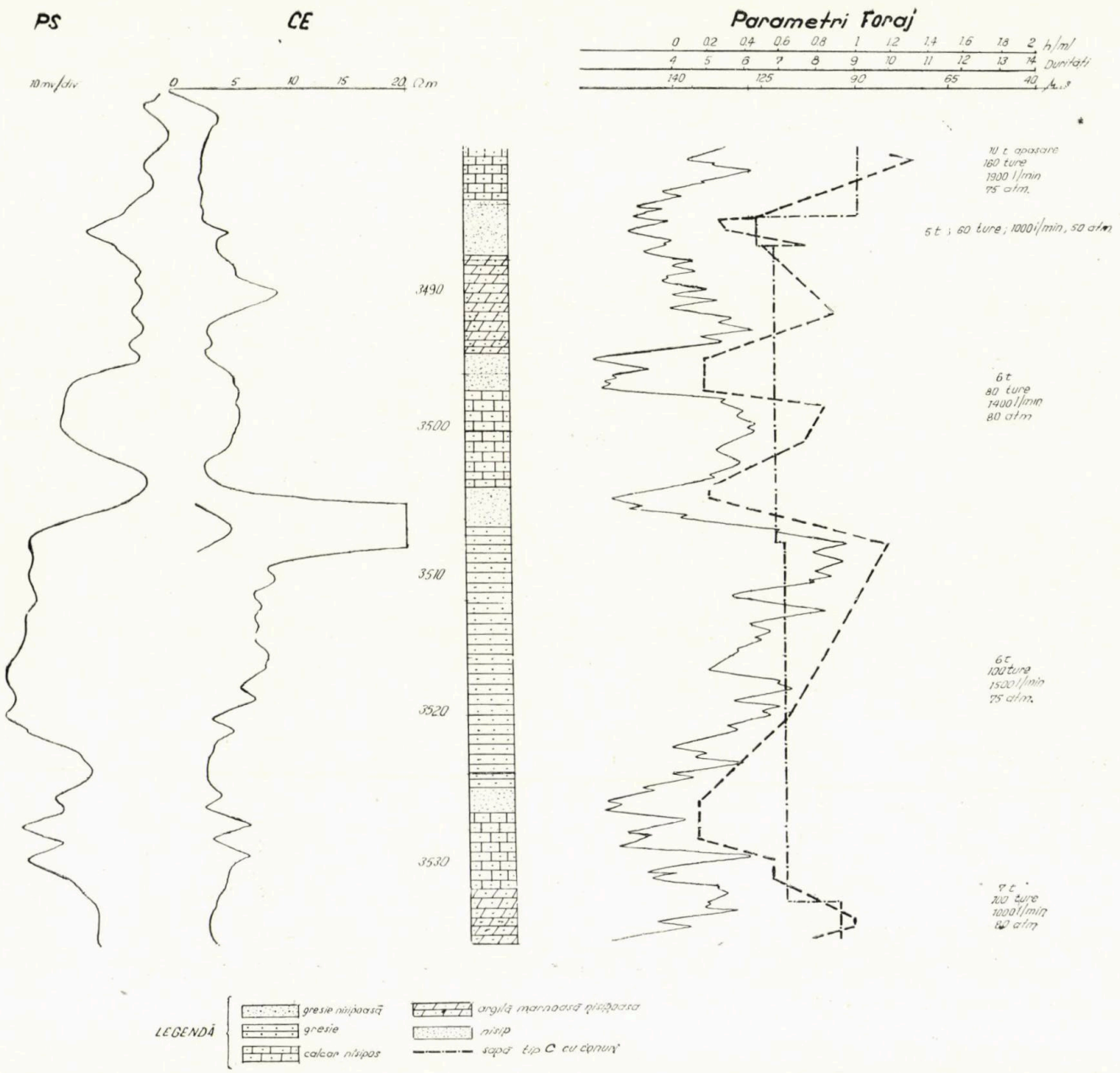



Fig. 4. Diagrafia geofizică complexă a parametrilor de performanţă a forajului C/I pentru intervalul 3480 — 3 536 m.

3. Sapele cu diamante corespund unor timpuri de avans de 0,53—1,16 h/m, corespunzînd unor durităţi cuprinse între 4 şi 6,7.

4. Sapele tip C cu conuri corespund unor timpuri de avans de 0,6—1,3 h/m şi acoperă o plajă a durităţilor cuprinsă între 4 şi 7,2.

5. Sapele tip V.H. cu conuri (S.U.A.) corespund unor durităţi ~ 7, cu timpuri de avans de 1—1,5 h/m.

Cazul sapelor de tip C cu conuri se încadrează astfel în plaja de lucru corespunzătoare constantei 4 (fig. 6).

În condiţiile încadrării timpului de avans pe game de durităţi de rocă, se va ajunge, în mod judicios, la alegerea sculelor tăietoare funcţie de durităţile stabilite pe structura şi timpul planificat de forare.

## Concluzii

1. Diagrafia acustică fiind dependentă de parametrii elastici ai rocilor permite evidenţierea grafică continuă pe tot profilul sondei a proprietăţilor mecanoelastice ale rocilor. O confirmare a rezultatelor experimentărilor efec-

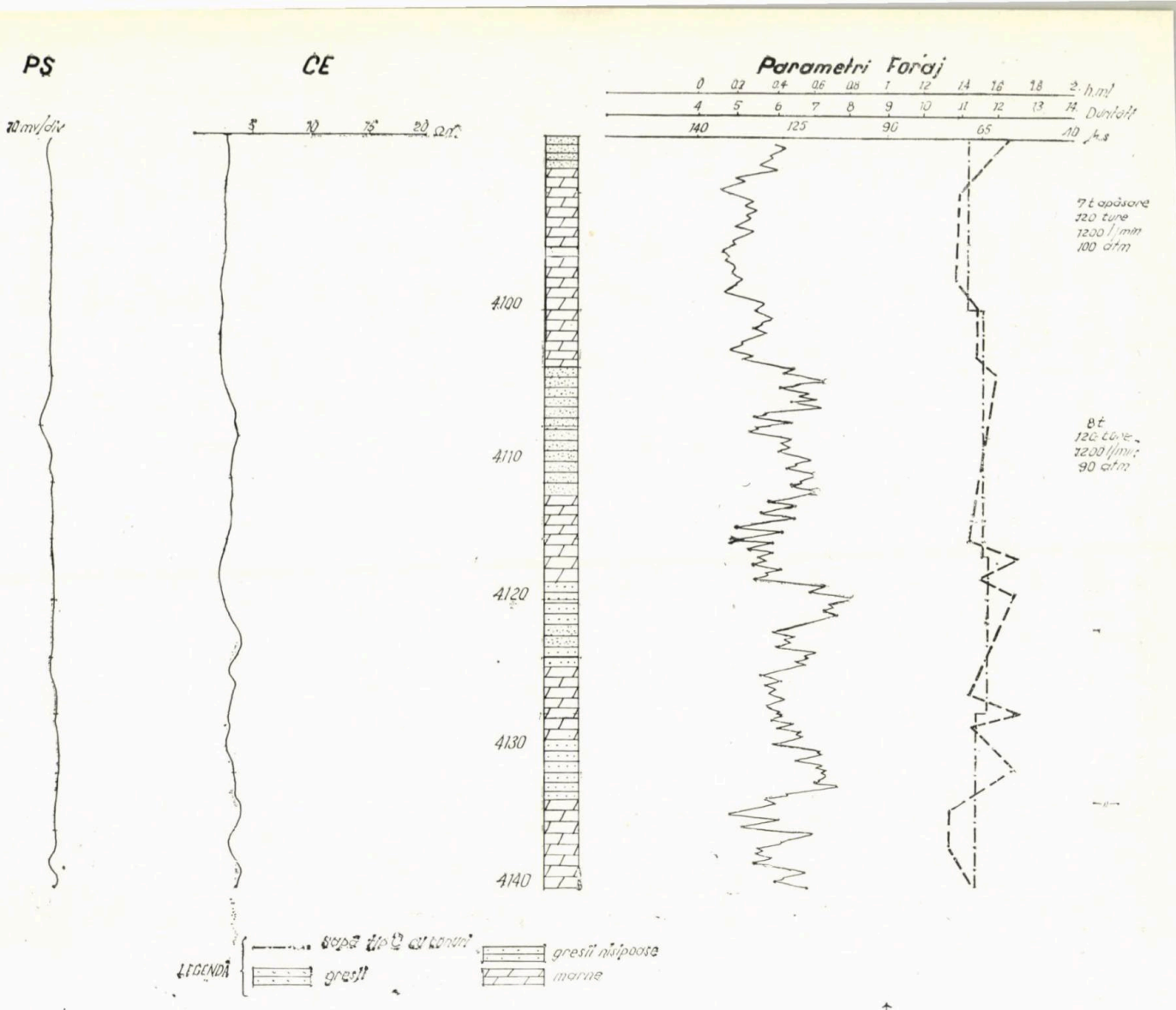



Fig. 5. Diagrafia geofizică complexă a parametrilor de performanţă a forajului D/I pentru intervalul 409—4 140 m.

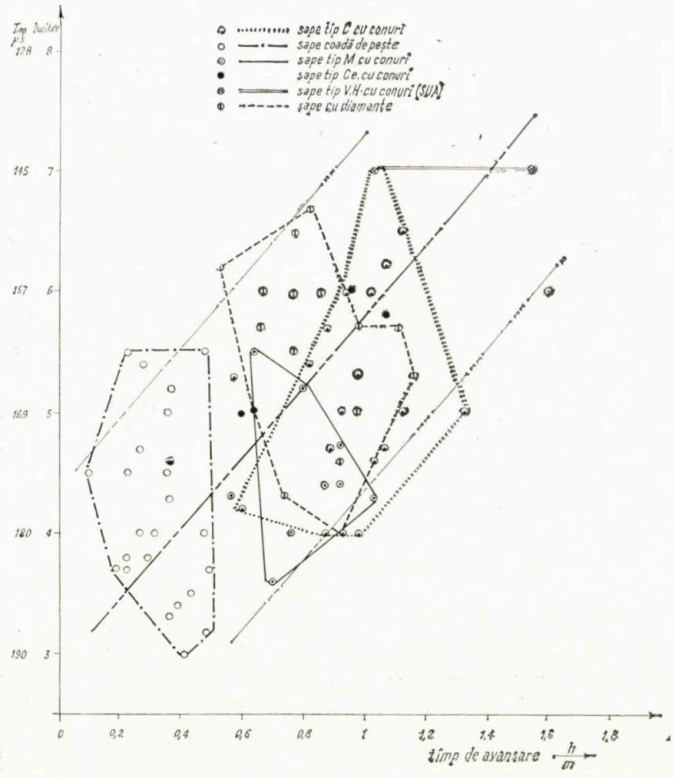



Fig. 6. Graficul de dependenţă duritate, stabilită geofizic şi timp de forare, pe tipuri de scule tăietoare.

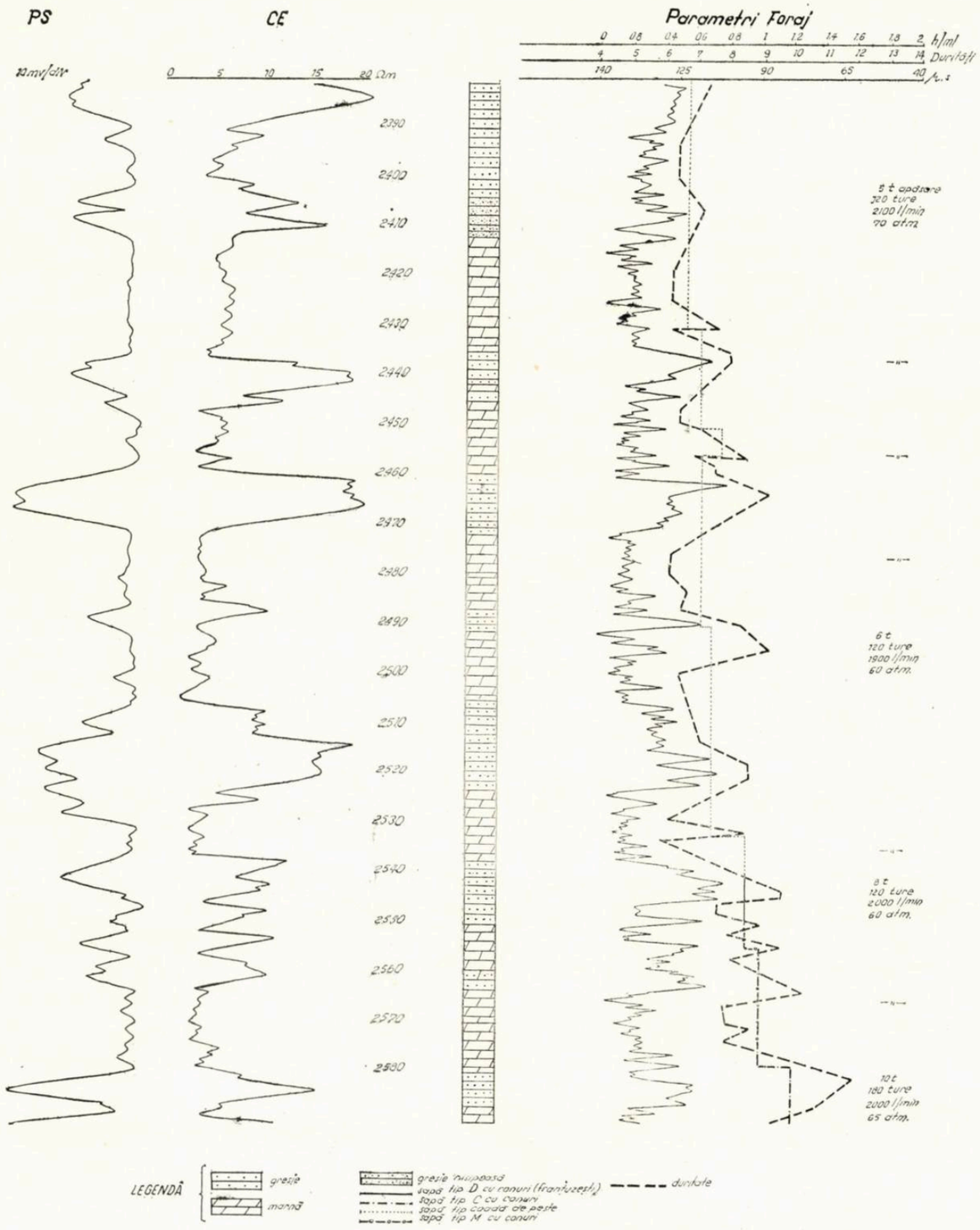



Fig. 2. Diagrafia geofizică complexă a parametrilor de performanță a forajului A/I pentru intervalul 2 380—2 580:

C.1 — curba potențialelor naturale; C.2. — curba rezistivităților electrice; C.3 — curba durităților; C.4 — diagrama timpului de avansare întocmit după vitezele mecanice de avansare; C.5 — diagrama timpului de avansare a sapelor utilizate.

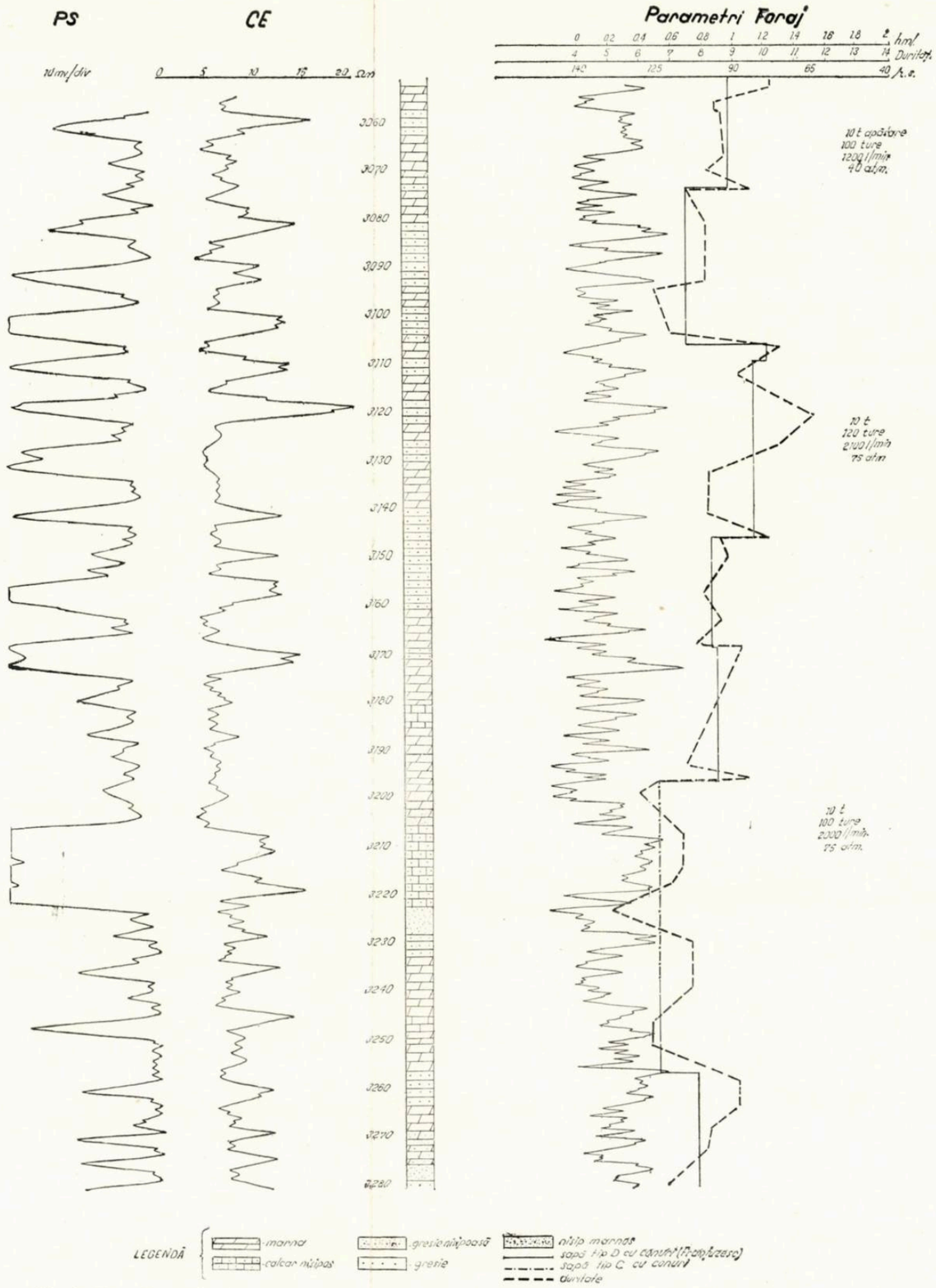



Fig. 3. Diagrafia geofizică complexă a parametrilor de performanță a forajului B/I pentru intervalul 3 050—3 320 m

tuate în acest sens o constituie însăși corelările prezentate dintre diagrama timpului de avansare a sculelor tăietoare în foraj și diagrafia durității obținută prin măsurătorile acustice.

2. Dependența continuă pe întreg profilul sondei dintre durităţile stabilite geologic și timpul de avansare permit o amplasare a sculelor tăietoare pe plaje de lucru, plaje care, principial, ar putea constitui indicii calitativi ai sculelor, respectiv „constanta sapei". Graficul din figura 6 confirmă un model de amplasare a sapelor, respectiv o alegere a lor funcție de duritate și timpul planificat de avans.

3. Cunoașterea caracteristicilor mecanoelastice stabilite geofizic pe structuri și funcție de adîncime va asigura alegerea unor parametrii de foraj mai corespunzători condițiilor de teren întîlnite, în vederea obținerii unor performanțe mai bune a sapelor și a unor viteze mecanice superioare și la un preț de cost redus.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Demetrescu, Gh. și Petrescu, Gh. Curs de seismologie și seismometrie. Universitatea C.I. Parhon, București, 1952.
2. Georgescu, D., Marinescu, C. și Benea, Ș T. Determinarea caracteristicilor mecanice ale rocilor, Ed. tehnică, București, 1972.
3. Gauthier, G. și Barron, G. Classement des roches preliminaires a une etude de forabilite. Rev. Inst. Franç. du Petrole, **XVIII**, 1963.
4. Grant Bingham, M. A new approach to interpreting Rock Drillability. Oil Gas J. april. 1965.
5. Iordache, Gh. S. Cercetarea zăcămintelor de minereuri de fier prin măsurători geofizice de sondă. Studii tehnice și economice Seria D. 6, 1966.
6. Iordache, Gh. S. Contribuția metodelor radioactive la cercetarea substanțelor minerale utile. Tehnica nucleară, **7**, 1963.
7. Iordache, Gh. S. Cercetarea mineralizațiilor auro-argentifere prin metode geofizice de sondă. Studii și cercetări de geologie, geofizică și geografie, seria geofizică, **5**, nr. 2, 1967.
8. Iordache, Gh. S. Înregistrator de oscilații elastice Partea I și III. Teză de doctorat I.P.G.G., București, 1966.
9. Iordache, Gh. S. și Floarea, I. The Contribution of Geophysical Diagraphy in the Process of Establishing the Hardness of Rocks. The 8th World Petroleum Congress, Moscow, 1971
10. Murphy, D. Un studiu practic ingineresc de folosire a sapelor. Oil Gas J., **2** febr. 1969.
11. Schreiner, L. A. Proprietes mecaniques et abrasives des roches. Traduction Neyrfor, T.I. 1958.
12. Schreiner, L. A., Baydyuc, B. și Pavlova, N. N. Deformation proprities of rocks as applied to petroleum geology and deep hole drilling. Al 7-lea Congres de petrol, Mexic, 1967.
13. Zhdanov, C.S. Crystal Physics. Oliver and Boyd Ltd. London, 1965.
14. * * * Handbook of Physical Constants. Sydnei, Ed. Yale University, 1966.
15. * * * Norme de deviz republicane pentru lucrări geologice C.G. București, 1963.

# Posibilităţi de îmbunătăţire a funcţionării dispozitivelor de sondă pentru carotaj radioactiv, la temperaturi ridicate

A. Dumitrică

În procesul de forare a sondelor, măsurătorile de carotaj radioactiv aduc o serie de informaţii suplimentare asupra caracteristicilor litologice ale straturilor investigate.

În afară de identificarea, din punct de vedere litologic a straturilor străbătute de gaura de sondă şi de localizarea zonelor poroase, diferitele variante ale carotajului radioactiv îşi mai găsesc o serie de aplicaţii în probleme de exploatare, de foraj şi de producţie, ca: determinarea nivelului de ciment în spatele coloanei, determinarea locului de pierdere a noroiului de foraj, determinarea contactului apă—ţiţei etc.

Principiul metodei de carotaj radioactiv constă în determinarea:

— variaţiei intensităţii spontane de radiaţii gamma a rocilor străbătute de gaura de sondă;

— variaţiei intensităţii emisiei de radiaţii gamma secundare, care iau naştere prin procesele de captură a neutronilor de către atomii elementelor din mineralele care alcătuiesc rocile;

— variaţiei intensităţii fluxului de neutroni emişi de o sursă, după ce aceştia au fost încetiniţi, o dată cu trecerea lor prin straturile investigate;

— variaţiei intensităţii radiaţiei gamma împrăştiate de rocă, la iradierea acesteia cu o sursă de radiaţii gamma.

Aparatura de carotaj radioactiv se compune dintr-un dispozitiv de sondă, ce se lansează în gaura de sondă cu ajutorul unui cablu de carotaj, care serveşte atît pentru susţinerea greutăţii dispozitivului de sondă, cît şi drept canal de legătură pentru transmiterea la suprafaţă a impulsurilor, ce reprezintă radiaţiile detectate de dispozitivul de sondă şi un panou de suprafaţă, care prelucrează aceste impulsuri şi corelează variaţia intensităţii radiaţiilor detectate, cu adîncimea, într-o reprezentare analogă. În figura 1 se poate vedea o astfel de aparatură.

Din tot completul aparaturii de carotaj radioactiv, dispozitivul de sondă este supus, deseori, unor condiţii de lucru foarte grele, dintre care o influenţă deosebită o are temperatura mare, întîlnită, mai ales, la adîncimi mari.

Acţiunea temperaturii se manifestă prin aceea că duce la imposibilitatea funcţionării circuitelor electronice aflate în dispozitivul de sondă, care au rolul de detecţie şi prelucrare a radiaţiilor din gaura de sondă. Partea cea mai afectată de temperatura înaltă din gaura de sondă, care poate atinge valori în jurul a 200°C, este sistemul de detecţie.

Pentru detecţia radiaţiilor sînt preferaţi detectorii cu scintilaţie, datorită următoarelor avantaje: dimensiuni reduse, eficienţă mare, timp de rezoluţie mic. Inconvenientul principal în utilizarea detectorului cu scintilaţie este

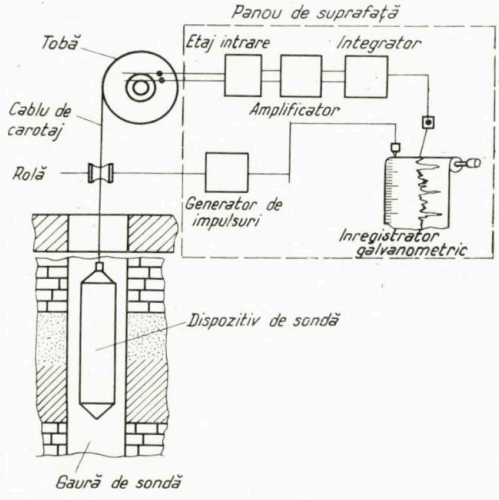



Fig. 1. Schema generală a unei instalaţii de carotaj radioactiv.

temperatura maximă de lucru scăzută. Creşterea temperaturii afectează cristalul scintilator, prin aceea că îi distruge structura de reţea şi, ca urmare, îşi pierde proprietăţile de scintilator.

În scopul reducerii influenţei temperaturii asupra detectorilor de radiaţii şi asupra circuitelor electronice aferente, sînt folosite următoarele posibilităţi:

— utilizarea sistemelor de izolare termică;

— utilizarea agregatelor de răcire;

— utilizarea materialelor rezistente la temperaturi înalte.

## 1. Posibilităţi de utilizare a sistemelor de izolare

### 1.1. *Consideraţii teoretice*

Căldura este transmisă către interiorul dispozitivului de sondă, în cea mai mare parte, prin conducţie termică. În gaura de sondă, fluxul unitar de căldură $q$ este dat de relaţia:

$$q = -\lambda \nabla T \qquad (1)$$

unde:

$\lambda$ este coeficientul de conductibilitate termică;

$T$ — cîmpul de temperaturi din jurul dispozitivului de sondă.

Ecuația cîmpului de temperaturi din interiorul dispozitivului de sondă se obține din ecuația fluxurilor, scrisă ca un bilanț de putere :

$$-\int_s q\,ds = \int_v \gamma\,dv\,c_p\,\frac{\partial T}{\partial \tau} \qquad (2)$$

unde :

$\gamma$ este greutatea specifică a materialului dispozitivului de sondă ;

$c_p$ — căldura specifică a materialului dispozitivului de sondă ;

$\tau$ — timpul.

Din relațiile (1) și (2) găsim ecuația :

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\gamma c_p}\,\Delta T \qquad (3)$$

Considerînd că temperatura în gaura de sondă nu variază cu timpul, atunci se deduce din ecuația (3), prin trecerea la coordonate cilindrice, fluxul de căldură $Q$ ce este transmis în interiorul dispozitivului de sondă, de formă cilindrică și lungimea $L$.

$$Q = \frac{2\pi L}{\frac{1}{\alpha_1} + 2{,}3\sum_1^n \frac{1}{\lambda_i}\lg\frac{r_{i+1}}{r_i}}\,\Delta t \qquad (4)$$

unde :

$\alpha_1$ este coeficientul parțial de transmitere a căldurii de la fluidul din gaura de sondă la pereții dispozitivului ;

$r_i$ — razele pereților cilindrici ai dispozitivului ;

$\lambda_i$ — coeficienții de conductibilitate termică ai straturilor din care este făcut dispozitivul ;

$n$ — numărul de straturi ;

$\Delta t$ — diferența dintre temperatura fluidului din gaura de sondă, la o anumită adîncime și temperatura din interiorul dispozitivului.

Teoretic, dacă nu se iau în considerare anomaliile termice în gaura de sondă, temperatura variază cu adîncimea și anume, la fiecare 33 metri temperatura crește cu un °C, adică se poate scrie relația care leagă temperatura de adîncimea $x$, astfel :

$$T = \frac{x}{33} + 20 \qquad (5)$$

În relația (5) s-a considerat temperatura la suprafață de 20°C.

În cazul operației de carotaj, considerînd o viteză de extragere constantă $v$, a dispozitivului de sondă se poate exprima temperatura în funcție de timpul de extragere $\tau$, și astfel relația (5) devine :

$$T = \frac{v}{33}\,\tau + 20 \qquad (6)$$

Din cele arătate anterior se deduce că, pentru a menține temperatura din interiorul dispozitivului de sondă, la o valoare cît mai joasă un timp cît mai îndelungat, trebuie să ne îndreptăm atenția înspre alegerea unor procedee speciale, adaptate la confecționarea carcasei aparatului de sondă (pereți vidați) sau materiale cu coeficient de conductibilitate termică cît mai mică și cu posibilitate de înmagazinare locală a căldurii, pe baza unor reacții endoterme.

### 1.2. *Folosirea izolatorilor termici*

Dintre izolatorii termici (coeficientul de conductibilitate cît mai mic) cel mai bun, este vidul. Prin realizarea unui spațiu vidat, care să înconjoare detectorii cu scintilație (1), se reușește să se mențină temperatura acestora, în limitele de lucru normale, un timp îndelungat, suficient pentru a efectua operația de carotaj, pentru o sondă de adîncime medie.

În figura 2 se poate vedea un dispozitiv de sondă care folosește o astfel de protecție termică. Acest dispozitiv măsoară intensitatea radiațiilor gamma provocate prin interacția neutronilor emiși de sursa de neutoron 7, cu nucleele elementelor din formațiunile străbătute de gaura de sondă. Dacă se înlătură sursa de neutroni, atunci dispozitivul poate măsura intensitatea radiațiilor gamma naturale.

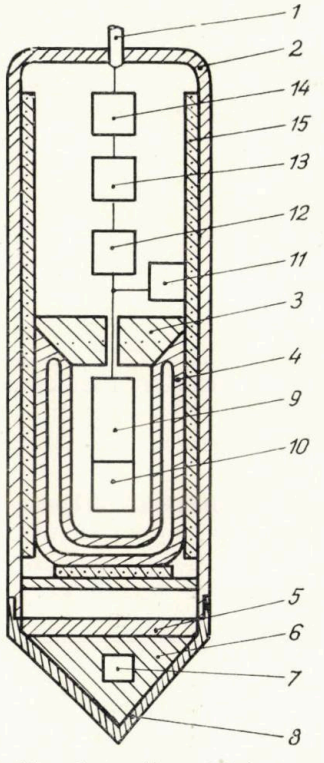



Fig. 2. Dispozitiv de sondă protejat cu vas Dewar:
*1* — cablu de carotaj ; *2* — carcasă ; *3* — dop izolator ; *4* — vas Dewar ; *5* — ecran ; *6* — absorbant de radiații gamma ; *7* — sursă de neutroni ; *8* — port sursă ; *9* — fotomultiplicator ; *10* — cristal ; *11* — sursă de înaltă tensiune ; *12* — amplificator ; *13* — formator ; *14* — etaj de ieșire ; *15* — izolator termic.

Dispozitivul de sondă este compus dintr-o carcasă etanşă, *2*, rezistentă la presiuni mari, în care se montează detectorul cu scintilaţie şi circuitele electronice necesare funcţionării.

Protecţia termică a detectorului cu scintilaţie este realizată cu ajutorul vasului cu pereţi dubli (vas Dewar) *4*, între care se face vid. Vasul cu pereţi dubli se confecţionează din oţel inoxidabil şi eventual se argintează pereţii interiori pentru a introduce un obstacol suplimentar în calea fluxului de căldură. De asemenea, vasul cu pereţi dubli poate fi confecţionat şi din sticlă argintată, în acest caz luîndu-se măsuri speciale de montaj pentru protecţia împotriva şocurilor. În partea superioară a vasului cu pereţi dubli se montează dopul izolator *3*, prevăzut cu un orificiu pentru conductorul de alimentare a detectorului. În spaţiul închis al vasului cu pereţi dubli se montează detectorul cu scintilaţie format din fotomultiplicatorul *9* şi cristalul pentru radiaţii gamma *10*.

Cristalul pentru radiaţii gamma uzual folosit este din iodură de sodiu activată cu thaliu NaJ(Tl).

Impulsurile sînt amplificate de un amplificator *12*, apoi sînt formate de un formator *13* şi trecute unui etaj de ieşire *14*, a cărui sarcină este constituită din cablul de carotaj *1*.

Alimentarea detectorului se face de la sursa de înaltă tensiune *11*.

Sursa de neutroni *7* este montată într-o portsursă *8*, care mai conţine un material absorbant de densitate mare (plumb) *6*, pentru radiaţia gamma emisă de sursă şi un ecran *5*, care reţine neutronii direcţi de la sursă. Portsursa se poate îndepărta de carcasa *2*, atunci cînd se doreşte să se înregistreze radiaţia gamma naturală.

O protecţie suplimentară împotriva temperaturii este realizată de un strat de material izolator *15* (azbest, kieselgur, spumă de silicon etc.).

În acest aranjament, principala cale de transmisie a temperaturii în interiorul vasului cu pereţi dubli este prin orificiul conductorului de alimentare a detectorului cu scintilaţie, prin însăşi conductorul metalic şi prin dopul izolator.

Datorită ridicării temperaturii peste o anumită limită se distruge stratul fotoemisiv al fotomultiplicatorului şi eficienţa cristalului scade sensibil. Fotomultiplicatorii obişnuiţi lucrează pînă la temperatura maximă de 75°C, iar cristalele pînă la temperatura de 50—60°C.

În cazul în care este nevoie să se facă un carotaj spectral la o temperatură mai ridicată, aparatura electronică trebuie protejată suplimentar împotriva temperaturii.

Pentru mărirea timpului de lucru şi pentru mărirea stabilităţii termice a detectorilor cu scintilaţie s-au construit vase cu mai mulţi pereţi, complet vidate, realizînd un contact intim cu detectorul [1]. Un dispozitiv de sondă care utilizează un astfel de vas este arătat în figura 3.

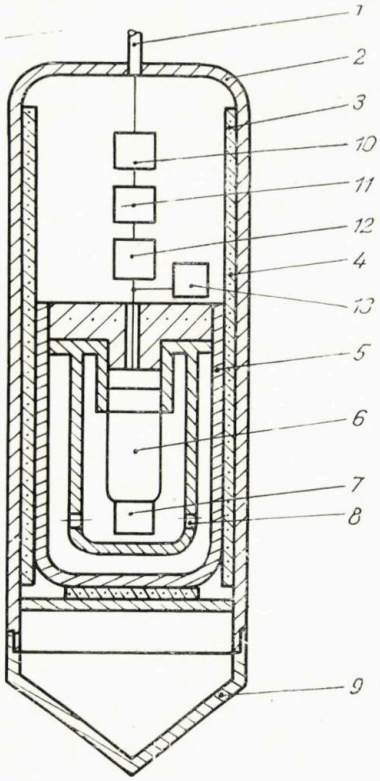



Fig. 3. Dispozitiv de sondă cu vas vidat pentru detectorul de scintilaţie:

*1* — cablu carotaj; *2* — carcasă; *3* — izolator termic; *4* — dop izolator; *5* — vas vidat în interior; *6* — fotomultiplicator; *7* — cristal; *8* — orificii de vidare; *9* — portsursă; *10* — etaj ieşire; *11* — formator de impulsuri; *12* — amplificator; *13* — sursă de înaltă tensiune;

Vasul *5*, care conţine detectorul cu scintilaţie este vidat, avînd pereţii interiori argintaţi. Fotomultiplicatorul *6* este montat cu un spaţiu liber pentru realizarea vidului, care este astupat după vidare. În felul acesta s-au introdus obstacole suplimentare în calea fluxului de căldură, mărindu-se timpul în care temperatura detectorului rămîne în limitele de lucru normale.

O altă variantă de vas, care înlocuieşte dopul izolator printr-un dop cu interiorul vidat este arătată în figura 4. Dopul vidat va opri căldura ce se propagă axial. Conductorul de alimentare a detectorului iese din vas printr-un canal de trecere în care se introduce praf de azbest, pentru a opri scurgerea de căldură către interior.

### 1. 3. *Folosirea substanţelor endoterme*

O altă cale de menţinere constantă a temperaturii în interiorul dispozitivului de sondă un timp cît mai lung este aceea a folosirii substanţelor care posedă o căldură latentă de topire mare. Aceste substanţe, la trecerea de la starea

solidă la starea lichidă, absorb o cantitate mare de căldură și ca urmare își mențin temperatura constantă un timp îndelungat, pînă cînd întreaga masă de substanță devine lichidă. Timpul de menținere constantă a temperaturii

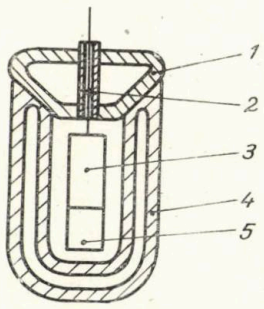



Fig. 4. Vas Dewar cu dop vidat:
*1* — dop vidat; *2* — canal de trecere a conductorului; *3* — fotomultiplicator; *4* — vas Dewar; *5* — cristal.

depinde de substanța folosită, de cantitatea utilizată și de temperatura din gaura de sondă. Este de preferat să se utilizeze substanțe cu căldura latentă de topire cît mai mare și cu temperatura de topire cuprinsă în intervalele dorite.

În continuare sînt redate cîteva dintre substanțele care posedă aceste calități: azotatul de cadmiu $Cd(NO_3)_2 . 4H_2O$, azotat de calciu $Ca(NO_3)_2\ 4H_2O$, ortofosfatul disodic $Na_2HPO_4 . 12H_2O$, sulfatul de sodiu $Na_2SO_4 . 10H_2O$, azotatul de zinc $Zn(NO_3)_2 . 6\,H_2O$ și pentaoxidul de azot $N_2O_5$. Dintre acestea, căldura de topire cea mai mare o are pentaoxidul de azot, însă temperatura de topire este relativ scăzută 29,5°C și din această cauză, la răcire vor interveni dificultăți. Substanța care se pretează cel mai bine pentru utilizarea într-un dispozitiv de carotaj radioactiv este ortofosfatul disodic ($Na_2HPO_4 . 12H_2O$) care are densitate mare, temperatura de topire de 36,1°C și căldura latentă de topire de 101,5 cal/g. Cu o cantitate suficientă de $Na_2HPO_4 . 12H_2O$ se poate menține temperatura constantă în interiorul unui dispozitiv de sondă cînd acesta execută o operație de carotaj într-o gaură de sondă în temperatura de pînă la 200 °C, un timp de 12—15 h.

Această cale de menținere a temperaturii constantă, prin utilizarea substanțelor cu căldură latentă de topire mare, este folosită în combinație cu prima cale de realizare a unei îmbrăcăminți vidate, mărindu-se în felul acesta eficiența sistemului. În figura 5 se poate vedea un dispozitiv de sondă care folosește ambele căi de stabilitate-termică. Detectorul cu scintilație format din fotomultiplicatorul *10* și cristalul *11*, împreună cu amplificatorul de impulsuri *9*, sînt îmbrăcați de trei cutii cilindrice capsulate *8*, care conțin una din substanțele enumerate anterior. Această formație este introdusă într-un vas cu pereți dubli (Dewar) *7*

Dispozitivul astfel protejat poate fi folosit pentru carotajul spectral, amplitudinea impulsurilor fiind proporțională cu energia particulelor incidente.

### 1.4. *Accelerarea răcirii dispozitivului de sondă*

Dispozitivele de sondă protejate termic în acest mod pot lucra normal, un timp relativ lung, în gaura de sondă. Ca urmare a înmagazinării căldurii de către substanța de protecție termică, revenirea la temperatura inițială de lucru (temperatura solului) se face într-un timp foarte lung. Pentru scurtarea acestui timp se adaugă dispozitivului de sondă un sistem de răcire termoelectric [2]. Acest sistem de răcire este deconectat în timpul operației de carotaj, cînd dispozitivul are poziția de lucru verticală și intră în funcțiune atunci cînd dispozitivul de sondă are poziția orizontală. În figura 6 *a* se arată o parte a dispozitivului de sondă, conținînd detectorul cu scintilație și

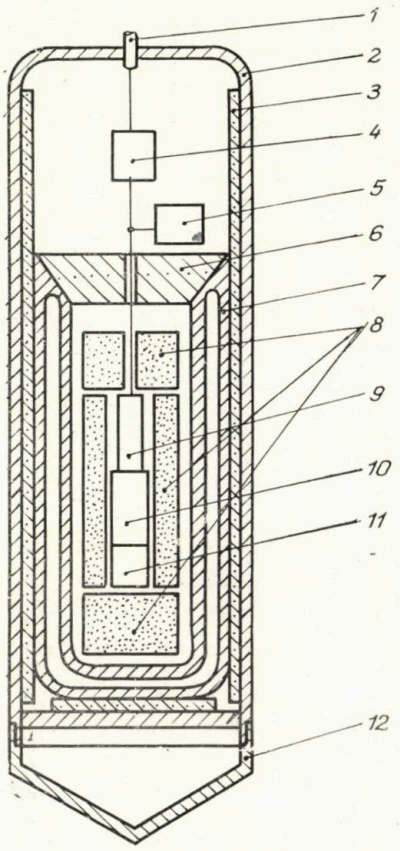



Fig. 5. Dispozitiv de sondă protejat termic:
*1* — cablu carotaj; *2* — carcasă; *3* — izolator termic; *4* — alimentare detector; *5* — sursă de înaltă tensiune; *6* — dop izolator; *7* — vas Dewar; *8* — carcase capsulate; *9* — amplificator; *10* — fotomultiplicator; *11* — cristal; *12* — port-sursă.

sistemul de răcire în poziție verticală (de lucru), iar în figura 6 *b*, în poziție orizontală (de răcire). Acest dispozitiv are circuitele electronice montate separat într-o carcasă, care se

adaugă la carcasa detectorului cu scintilaţie arătată în figură, legăturile electrice făcîndu-se prin intermediul bornelor *13*.

În interiorul dopului vidat *4* se află mercur care realizează conducţia termică între carcasele etanşe *8*, în care se găseşte substanţa de protecţie termică şi capacul *14*, cînd dispozitivul

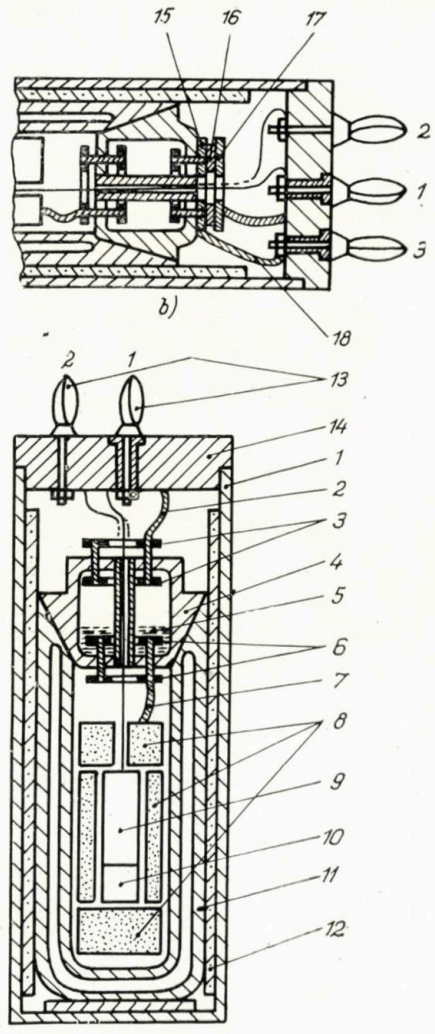



Fig. 6. Sistem de răcire termoelectric:
*1* — carcasă; *2* — conductor; *3* — inele; *4* — dop vidat; *5* — mercur; *6* — inele; *7* — conductor; *8* — carcase capsulate; *9* — fotomultiplicator; *10* — cristal; *11* — vas Dewar; *12* — izolator termic; *15* — placă conductoare; *16* — placă; *17* — placă conductoare.

de sondă este poziţionat orizontal pentru răcire. În felul acesta se creează o suprafaţă de răcire care vine în contact cu exteriorul, accelerînd substanţial răcirea interiorului vasului Dewar. Circuitul termic se realizează prin conductorul de cupru masiv *7*, legat cu un capăt la carcasele etanşe *8* şi cu celălalt capăt la unul din inelele de cupru *6*. Acest inel este legat prin intermediul unor bolţuri de un alt inel, tot din cupru, aflat în interiorul dopului vidat *4*, în contact cu baia de mercur. Mercurul realizează o conducţie termică cu un alt inel *3*, legat la rîndul său tot prin intermediul unor bolţuri de un inel exterior *3*. Acest inel este legat prin intermediul conductorului *2*, din cupru masiv, de capacul *14* al dispozitivului de sondă.

Cînd dispozitivul de sondă se află în poziţie verticală, mercurul întrerupe circuitul termic şi interiorul vasului Dewar rămîne izolat termic.

În scopul măririi timpului de funcţionare a dispozitivului în gaura de sondă este de preferat ca operaţia de carotaj să se facă începînd de la temperatura substanţei de protecţie termică cît mai scăzută. Aceasta se poate realiza cu ajutorul unui sistem de răcire termoelectric, bazat pe efectul Pelltier, arătat în figura 6 *b*. Între două plăci conductoare *15* şi *17* se interpune o placă *16*, dintr-un material compund, cum ar fi telurură de bismut, telurură de antimoniu etc. Sistemul se alimentează cu o tensiune continuă prin bornele *2* şi *3*. Curentul electric va circula între plăcile *15* şi *17* producînd un efect de răcire a plăcii *15* şi o încălzire a plăcii *17*. Placa *15* este legată prin intermediul unor bolţuri de inelul interior *3*, şi este alimentată prin conductorul masiv *18*, iar placa *17* este legată de carcasă prin intermediul conductorului *2*. Tensiunea de alimentare a sistemului este de 0,1 V şi curentul de alimentare este de 10—20 A.

Sistemul de răcire descris se poate utiliza pe de o parte la răcirea interiorului vasului Dewar pînă la 0°C şi pe de altă parte la accelerarea răcirii dispozitivului de sondă, după ce acesta a lucrat în gaură 15—20 ore.

Dispozitivele de sondă astfel protejate pot fi folosite pentru carotajul spectral, cît şi pentru carotajul sondelor de adîncime mare unde intervin temperaturi mari.

## 2. Posibilităţi de utilizare a agregatelor de răcire

Unul din mijloacele de reducere a temperaturii dispozitivului de sondă, cu ajutorul agregatelor de răcire, se bazează pe folosirea gazelor lichefiate. Din această cauză construcţia dispozitivului devine mai complicată şi trebuie să rezolve problemele specifice utilizării gazelor lichefiate. Asemenea dispozitive [3] îşi justifică utilizarea numai la carotajul spectral nuclear, unde este necesar să se iradieze formaţiunile cu o sursă de neutroni de mare intensitate ($10^9$ neutroni/s) şi să se înregistreze, de asemenea, un număr mare de radiaţii gamma ($10^7$—$10^9$ radiaţii gamma/s) în funcţie de energia acestora.

Pentru a înregistra un număr de radiaţii gamma de acest ordin de mărime, trebuie ca detectorul de scintilaţie, respectiv cristalul, să posede un timp de stingere mai mic de $3 \cdot 10^{-9}$s. Asemenea timpi de stingere îi au cristalele de iodură de sodiu neactivate şi răcite la tem-

peratura azotului lichid, de —160 °C. Deci este necesară existența unui rezervor cu azot lichid în care se va scufunda cristalul scintilator.

Construcția unui astfel de dispozitiv de sondă răcit cu azot lichid este arătată în figura 7.

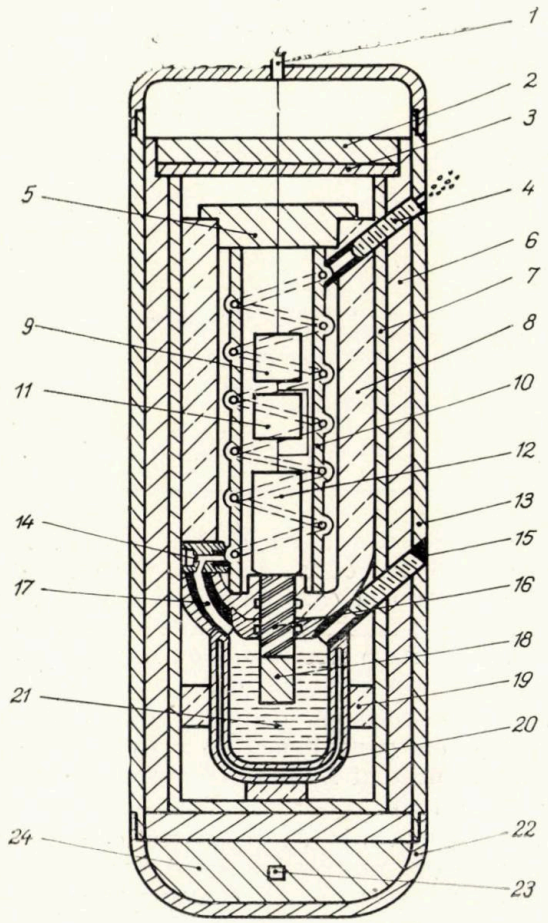



Fig. 7. Dispozitiv de sondă răcit cu azot lichid:
*1* — cablu catoraj; *2* — capac din bismut; *3* — capac din bor; *3* — ventil unidirecțional; *5* — capac termic; *6* — manșon din bismut; *7* — înveliș din bor; *8* — izolator termic; *9* — sursă de înaltă tensiune; *10* — manta cu serpentină; *11* — amplificator; *12* — fotomultiplicator; *13* — carcasă; *14* — ventil cui; *15* — ventil de umplere; *16* — ghid de lumină; *17* — canal de scăpare; *18* — cristal; *19* — suport; *20* — vas Dewar; *21* — azot lichid; *22* — port-sursă; *23* — sursă de neutroni; *24* — absorbant radiații gamma.

Cristalul scintilator *18*, din iodură de sodiu neactivat, este cufundat în azotul lichid *21*, ce se găsește în rezervorul *20*, care este un vas Dewar. Deoarece azotul lichid se află la joasă presiune, vasul Dewar este presurizat și servește și ca protecție termică. Vasul Dewar este așezat pe suporții *19*, din material izolator termic și elastic pentru a prelua șocurile.

Datorită faptului că cristalul se află la o temperatură de —160°C, nu poate fi pus în contact direct cu fotomultiplicatorul *12*, deoarece fotocatodul nu mai emite electroni la astfel de temperatură. Din acest motiv s-a adăugat un ghid de lumină *16*, între cristal și fotomultiplicator, care este perfect transparent și în același timp este izolator termic. Acest ghid se fixează etanș, prin inelele de etanșare „0" în peretele vasului Dewar.

Fotomultiplicatorul *12*, amplificatorul de impulsuri *11* și sursa de înaltă tensiune *9* se montează într-o manta cu serpentină *10*, prin care circulă vapori de azot și care menține temperatura, în interior, în jurul a 25°C.

Umplerea vasului Dewar *20* cu azot lichid, precum și completările pe parcurs se fac prin intermediul unui ventil de umplere *15*. Acest ventil este confecționat dintr-un material poros, închis la partea exterioară cu un capac filetat, care nu permite noroiului să pătrundă în interiorul vasului. Fixarea materialului poros de vasul Dewar se face prin intermediul unui canal din cauciuc, care este de preferat să fie normal închis. Materialul poros permite trecerea unui ac prin care se va face injecția cu azot lichid, și în același timp se opune scăpării vaporilor de azot și pierderilor de presiune din vasul Dewar.

Pe măsură ce căldura pătrunde în interiorul vasului Dewar, are loc o mărire a presiunii vaporilor de azot din vas. La o anumită presiune ventilul cui *14* permite expansiunea vaporilor prin canalul de scăpări *17* în serpentina mantalei *10*, unde menține temperatura constantă. Celălalt capăt al serpentinei comunică cu mediul înconjurător prin intermediul ventilului unidirecțional *4*. Acest ventil este făcut dintr-un material capabil să lase să treacă gazul din serpentină, dar în același timp să nu permită noroiului de foraj să pătrundă în interiorul dispozitivului.

Întregul ansamblu este înconjurat de un strat izolator termic *8*, și de capacul izolator termic *5*. Pentru evitarea pătrunderii neutronilor în interiorul dispozitivului s-au prevăzut un manșon din bismut *6* și învelișul din bor *7*.

Acest sistem de răcire a detectorului și a circuitelor electronice este eficient, însă are dezavantajul că complică mult construcția și mînuirea dispozitivului.

### 3. Posibilități de utilizare a materialelor rezistente la temperaturi înalte

Soluția cea mai convenabilă în construcția dispozitivelor de sondă pentru carotajul radioactiv este desigur folosirea materialelor rezistente la temperatură, cu limita de funcționare de 200°C. Pentru majoritatea componentelor electronice s-a ajuns să se mărească limita de funcționare la 200°C, însă pentru cristale de scintilație folosite la detecția radiației gamma limita de funcționare rămîne tot scăzută, sub 90°C, acestea necesitînd protecții termice.

În tabela 1 se dau principalele componente electronice rezistente la temperaturi înalte, cu care se echipează dispozitivele de sondă.

Pentru stabilitatea funcționării circuitelor electronice din componența dispozitivului de

TABELA 1

| Denumirea materialului | Caracteristici tehnice | Temperatura maximă de lucru | Tipuri recomandate |
|---|---|---|---|
| Rezistenţe | metalizate | 200 °C | M.T—(U.R.S.S.) |
| | bobinate | 200 °C | A.H.4 (Anglia) |
| | vitrificate | 300 °C | T.R.V.(S.U.A.) |
| | chimice | 300 °C | M.V.T.(U.R.S.S.) |
| | teflon | 200 °C | F.T; F.G.T.(U.R.S.S.) |
| Condensatori | | | C4(Filamente S.U.A.) |
| | | | PTFE (Anglia) |
| | tantal | 200 °C | X.T.H—(Mallory S.U.A.) |
| Tranzistori | | | E.T.C. (Ero-tantal R.F.G.) |
| | siliciu | 200 °C | 2N708, 2N709 |
| | | | 2N698, etc (Motorola S.U.A.) |
| Diode | siliciu | 200 °C | 1N457A, 1N459A |
| | | | PSI 1851, etc. (S.U.A.) |
| Tuburi | miniatură | 200 °C | 5814, 3915, |
| | | | 7586 etc. (S.U.A.) |
| Scintilatori | pentru neutroni | 200 °C | (Anglia) |
| Fotomultiplicatori. | diametru 30 mm | 150 °C | N.E.901, NE 906 |
| | | | 9700 B, 9727 B (Anglia) |
| Contori proporţionali | pentru neutroni | 200 °C | 6199 (SUA). |
| | | | RSN—17A (S.U.A.) |
| Conductori de bobinaj | izolaţie teflon | 200 °C | 5NE—12T (Franţa) |
| | | | PETV (U.R.S.S.) |
| | | | PSNDKT (U.R.S.S.) |
| Izolaţie între straturi | teflon | 200 °C | PTTE—4 (U.R.S.S.) |

sondă, pe lîngă faptul că se utilizează materiale rezistente la temperatură, se introduc reacţii negative puternice, se utilizează elementele neliniare funcţie de temperatură (termistorii), se stabilizează tensiunile de alimentare şi în special tensiunea înaltă pentru alimentarea fotomultiplicatorului, luîndu-se ca parametru de control o mărime care nu este influenţată de temperatură (de exemplu frecvenţa).

Proiectarea schemelor se face mergînd pe subîncărcarea generală a circuitelor.

Montajul componentelor se va face cît mai degajat posibil asigurîndu-se o bună disipare a căldurii. Din punct de vedere mecanic, execuţia trebuie să fie foarte îngrijită, prinderile componentelor să fie rezistente la şocuri; lipiturile se vor face cu un aliaj de cositor cu punct de topire mai mare de 200°C, iar unde este cazul se vor face acoperiri cu lacuri rezistente la temperaturi.

## 4. Concluzii

Pentru efectuarea carotajului radioactiv, în prezent cea mai largă utilizare o au detectorii de scintilaţie. Aceşti detectori trebuie protejaţi împotriva temperaturilor ridicate din gaura de sondă.

Cea mai indicată protecţie termică, ţinînd seama de eficienţă de dificultăţile constructive, de gabarite, de manevrare, este metoda care utilizează substanţe cu căldură latentă de topire mare, introduse într-un vas cu pereţii dublii (Dewar) şi care formează o unitate independentă ataşabilă la o altă unitate care conţine circuitele electronice de lucru, aşa cum este prezentată în figura 6 *a*.

Protecţia termică care utilizează sisteme de răcire cu gaze lichefiate este indicată în carotajul spectral fiind mai complicată şi mai greu de mînuit.

Pentru circuitele de lucru nu este necesar să se prevadă protecţii termice speciale, fiind suficient să se utilizeze componente electronice de tipul celor din tabela 1.

Dispozitivele de sondă construite în acest fel pot funcţiona 10—12 ore în gaura de sondă, timp considerat în mod normal, suficient pentru efectuarea operaţiei de carotaj radioactiv, pentru sonde de adîncimi pînă la 7 000 m.

### BIBLIOGRAFIE


1. Youmans, A. H. Scintillation counter for neutrons and gamma rays. Patent S.U.A. 3254217.
2. Rabson, T. A. şi Rabson, W. R. Temperature stabilized radioactivity well logging unit. Patent U.S.A. 3265893.
3. Wayland, G. D. ş. a. m.d. Scintillation detector cooling system. Patent U.S.A. 3049620.

# DETERMINAREA SUPRAFEȚEI UNEI FISURI ORIZONTALE

**Cornel Popescu**

Proprietățile fluidelor folosite pentru fisurare, ca și proprietățile rocii și ale fluidelor conținute în ea, influențează viteza de filtrare în strat, suprafața fisurii și prin urmare eficacitatea fisurării. Din acest punct de vedere fluidele de fisurare pot fi împărțite în trei categorii:

1) Fluide la care filtrarea în strat (viteza de filtrare) este influențată în special de viscozitatea lor (de tipul gelurilor).

2) Fluide cu proprietăți foarte apropiate sau chiar identice cu ale celor din zăcămînt.

3) Fluide ce conțin aditivi care formează o crustă pe fețele fisurii astfel încît trecerea fluidului de fisurare în strat este controlată de această crustă.

Admițînd presiunea de fisurare constantă, și ținînd seama că de fapt curgerea din fisură în strat se schimbă pe măsură ce fluidul de fisurare invadează stratul, rezultă că într-un punct de pe fața fisurii viteza variază în timp.

În cele ce urmează se va determina expresia vitezei de filtrare $v = f(t)$ pentru fiecare dintre cele trei categorii de fluide.

1. Prima categorie cuprinde fluide de fisurare vîscoase sau semivîscoase, viscozitatea acestor fluide fiind mult mai mare decît a fluidelor din strat. Cea mai mare parte din căderea de presiune $\Delta P$ se datorează deplasării acestui fluid vîscos care a invadat formațiunea.

$$\Delta p = p_{\text{inj. str.}} - p_c \tag{1}$$

În relația (1) $p_c$ este presiunea formațiunii (presiunea de strat).

Viteza cu care avansează fluidul de fisurare în strat, respectiv viteza fluidului care trece din fisură în strat variază în timp pe măsură ce fluidul vîscos pătrunde mai mult în formațiune. Există tendința ca această viteză să scadă în timp. Aplicînd relația lui Darcy pentru curgerea fluidului de fisurare rezultă:

$$v = \frac{k}{\mu} \frac{\Delta p}{L}, \tag{2}$$

unde:

$k$ este permeabilitatea absolută a rocii ($D$);

$\mu$ — viscozitatea fluidului de fisurare în condiții de zăcămînt, cP;

$\Delta p$ = const. — căderea de presiune definită de relația (1), kgf/cm²;

$L$ — lungimea variabilă a zonei invadate, cm.

Viteza $v$ corespunde unei suprafețe de curgere $A$ (suprafața fisurii); avînd în vedere că fluidul curge prin porii rocii, viteza reală de curgere $v_{\text{real}}$ corespunde unei suprafețe $A \cdot m$, unde $m$ reprezintă porozitatea în fracție zecimală. Prin urmare:

$$v_{\text{real}} = \frac{k}{\mu m} \cdot \frac{\Delta p}{L} \tag{3}$$

Viteza reală se mai poate exprima și sub forma:

$$v_{\text{real}} = \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t} \tag{4}$$

Egalînd relațiile (3) cu (4), separînd variabilele și integrînd rezultă:

$$\int_0^L L \mathrm{d}L = \int_0^t \frac{k}{\mu m} \cdot \Delta p \cdot \mathrm{d}t \tag{5}$$

sau

$$L = \left( \frac{2k \cdot \Delta p \cdot t}{\mu m} \right)^{1/2} \tag{6}$$

Substituind valoarea lui $L$ din relația (6) în relația (2) rezultă:

$$v = \frac{k}{\mu} \cdot \frac{\Delta p}{\left( \frac{2k \cdot \Delta p \cdot t}{\mu m} \right)^{1/2}} \tag{7}$$

sau simplificînd:

$$v = \left( \frac{k}{\mu} \cdot \frac{\Delta p \cdot m}{2t} \right)^{1/2} = \frac{\left( \frac{k}{\mu} \cdot \frac{\Delta p \cdot m}{2} \right)^{1/2}}{\sqrt{t}} \tag{8}$$

Relația (8) se poate scrie și sub forma:

$$v = \frac{C_v}{\sqrt{t}} \tag{9}$$

unde constanta:

$$c_v = \left( \frac{k \cdot \Delta p \cdot m}{2\mu} \right)^{1/2} \tag{10}$$

iar $t$ este timpul în secunde, considerat de la începutul pătrunderii fluidului de fisurare în strat (printr-un anumit punct).

Valoarea vitezei $v$ rezultă conform sistemului mixt de unități, în cm/s.

Relația (9) arată că viteza într-un anumit punct scade în timp.

Din relația (8) se vede că volumul de lichid care se pierde în formațiune depinde de permeabilitate, porozitate, (proprietăți ale rocii) de viscozitatea fluidului de fisurare și de presiunea diferențială $\Delta p$. Pentru permeabilitate se ia o valoare medie pe orizontală sau verticală, după cum este de așteptat ca fisura să se producă într-un plan vertical, respectiv orizontal.

2. Această categorie cuprinde fluide cu viscozitate mică, ce au tendința să filtreze cu ușurință în strat, sînt lichide care au proprietăți fizice foarte apropiate de cele ale formațiunii care este fisurată (cum ar fi, de exemplu, apa). Pierderea de fluid în strat în acest caz este influențată de viscozitatea și compresibilitatea fluidului din formațiune. În cazul unor zone saturate cu apă, cum sînt la sondele de injecție, filtrarea fluidului de fisurare în strat face ca fluidul din formațiune să fie comprimat.

Pătrunderea fluidului de fisurare în formațiune în acest caz este controlată de ecuația de tip parabolic.

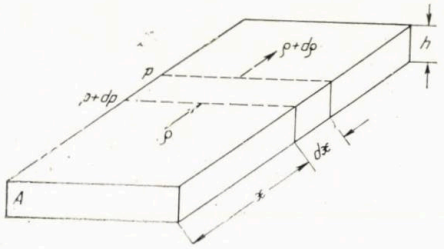



Fig. 1

Aplicînd principiul conservării materiei (continuității) pentru elementul de volum de lungime $dx$ din figura 1, se obține:

$$\rho q - \left[\rho q + \frac{\partial(\rho q)}{\partial x}\,dx\right] = \frac{\partial}{\partial t}(A m\,dx\,\rho)$$

sau

$$\frac{\partial(\rho q)}{\partial x} = -A m \frac{\partial \rho}{\partial t} \qquad (11)$$

Ecuația de stare a lichidului compresibil fiind [4]:

$$\rho = \rho_0 e^{\beta(p-p_0)} \qquad (12)$$

prin derivare în raport cu $t$ rezultă:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = \rho\beta \frac{\partial p}{\partial t}$$

și ecuația (11), ținînd seama că $\frac{\partial \rho}{\partial x}$ este neglijabil, devine:

$$\frac{\partial q}{\partial x} = -A m \beta \frac{\partial p}{\partial t} \qquad (13)$$

unde:

$m$ este porozitatea;

$\beta$ — coeficientul de compresibilitate a lichidului din formațiune, cm²/kgf.

Pe de altă parte, curgerea într-o zonă ce produce prin destindere elastică ascultă de legea lui Darcy.

Aplicînd această lege în cazul de față rezultă:

$$q = -\frac{k A}{\mu} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} \qquad (14)$$

Diferențiind ecuația (14) în raport cu $(x)$ rezultă:

$$\frac{\partial q}{\partial x} = -\frac{kA}{\mu} \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} \qquad (15)$$

Egalînd relațiile (13) cu (15) rezultă:

$$\frac{kA}{\mu} \cdot \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = A \cdot m\,\beta \frac{\partial p}{\partial t} \qquad (16)$$

sau:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{a} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} \qquad (17)$$

Relația (17) reprezintă o ecuație de tip parabolic iar

$$a = \frac{k}{m\mu\beta}$$

este coeficientul de piezoconductibilitate hidraulică.

Soluția ecuației (17) trebuie să satisfacă următoarele condiții: inițială și la limite:

la $t = 0$ $\quad p(x, o) = p_c$

la $x = 0$ (fața fisurii) $\quad p(o, t) = p_{\text{inj.str.}}$

la $x \to \infty$ $\quad p(\infty, t) = p_c$

și are forma:

$$p(x, t) = A + B\,erfc \frac{x}{2\sqrt{at}} \cdot \qquad (18)$$

În continuare trebuie determinate constantele $A$ și $B$.

La $x = 0$, $p(0,t)\,p_{\text{inj.str.}} = A + B\,erfc\,0 =$

$$= A + B$$

sau :

$$A + B = p_{\text{inj.str.}}$$

La $x \to \infty, p(\infty, t) = p_c = A + B\, erfc\, \infty = A$

sau :

$$A = p_c$$

Cea de a treia condiție $t = 0$ nu ajută deoarce duce tot la $erfc\ \infty$, adică $A = p_c$. Prin urmare rezultă că :

$$B = p_{\text{inj.str.}} - A = p_{\text{inj.str.}} - p_c = \Delta p$$

Înlocuind constantele $A$ și $B$ în relația (18) se obține valoarea presiunii la o anumită distanță $x(cm)$ de fața fisurii și la un anumit timp $t(s)$ considerat de la începutul pătrunderii fluidului de fisurare în strat.

$$p(x,t) = p_c + \Delta p\ erfc \frac{x}{2\sqrt{at}} \tag{19}$$

Valorile complementarei funcției erorilor $erfc\ (X)$ pentru diferite valori $X$ se găsesc tabulate în diverse manuale.

În cazul de față

$$X = \frac{x}{2\sqrt{at}}.$$

Viteza fluidului de fisurare pe fața fisurii rezultă aplicînd legea lui Darcy.

$$V_{x=0} = -\frac{k}{\mu} \cdot \left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_{x=0} \tag{20}$$

Valoarea termenului $\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_{x=0}$ se găsește diferențiind odată ecuația (19) în raport cu $x$ și egalînd apoi pe $x$ cu zero.

Rezultă :

$$\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_{x=0} = \frac{-\Delta p}{\sqrt{\pi at}} \tag{21}$$

Înlocuind valoarea dată de relația (21) în (20) rezultă :

$$V_{x=0} = \frac{k \cdot \Delta p}{\mu \sqrt{\pi\, at}} \tag{22}$$

Substituind în relația (22) valoarea lui $a$ rezultă :

$$V_{x=0} = \frac{k \cdot \Delta p}{\mu \sqrt{\pi \frac{k}{m\mu\beta} t}} = \left(\frac{k^2 \cdot \Delta p^2}{\frac{\mu^2 \pi \cdot k}{m\beta\mu} t}\right)^{1/2} = \Delta p \left(\frac{km\beta}{\pi\mu t}\right)^{1/2} \tag{23}$$

sau :

$$V_{x=0} = \frac{\Delta p \left(\frac{km\beta}{\pi\mu}\right)^{1/2}}{\sqrt{t}} = \frac{C_d}{\sqrt{t}} \tag{24}$$

unde

$$C_d = \Delta p \left(\frac{km\beta}{\pi\mu}\right)^{1/2} \tag{25}$$

În afară de semnificațiile la care s-a făcut referire, $\mu$ este viscozitatea fluidului din zăcămînt (cP).

De reținut că $\beta$ și $\mu$ sînt proprietăți ale fluidului din zăcămînt.

3. Fluidele de fisurare din această categorie depun pe fețele fisurii o crustă (ca un fel de turtă de noroi) care după ce se formează creează o adevărată barieră, datorită permeabilității sale scăzute, în calea fluidului ce filtrează în strat. Din cauza acestei permeabilități scăzute cea mai mare parte din căderea de presiune $\Delta p$ definită de relația (1) are loc în traversarea acestei cruste. Volumul de fluid care trece (filtrează) în strat la un moment dat este proporțional cu volumul crustei (turtei) în acel moment. Adică:

$$V = C \cdot A_f \cdot L \tag{26}$$

în care :

$C$ este o constantă de proporționalitate ;

$A_f$ — suprafața fisurii pe care este depusă crusta ;

$L$ — grosimea crustei (turtei).

Ținînd seamă de cele expuse și aplicînd relația lui Darcy rezultă debitul $q$ care filtrează prin crusta de pe suprafața fisurii :

$$q = \frac{dV}{dt} = \frac{k}{\mu} \frac{\Delta p}{L} \cdot A_f \tag{27}$$

Introducînd valoarea lui $L$ din relația (26) în relația (27) rezultă :

$$\frac{dV}{dt} = \frac{k}{\mu} \cdot \frac{\Delta p}{\frac{V}{C A_f}} \cdot A_f \tag{28}$$

Separînd variabilele și integrînd se obține :

$$\int_0^V V\, dV = \int_0^t \frac{k \cdot A_f^2 \cdot C \cdot \Delta p}{\mu} \cdot dt \tag{29}$$

sau

$$V = \left(\frac{2k \cdot A_f^2 \cdot C \cdot \Delta p}{\mu}\right)^{1/2} \cdot \sqrt{t} \tag{30}$$

Relaţia (30) se mai poate scrie sub forma:

$$V = m' \sqrt{t} \tag{31}$$

unde

$$m' = \left( \frac{2\, k \cdot A_f^2 \cdot C \cdot \Delta p}{\mu} \right)^{1/2} \tag{32}$$

Deci, volumul de filtrat variază direct proporţional cu $\sqrt{t}$. Diferenţiind în raport cu $t$ ecuaţia (31) rezultă debitul de filtrare:

$$\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}t} = q = \frac{m'}{2\sqrt{t}},$$

iar viteza de filtrare va fi:

$$v = \frac{q}{A_f} = \frac{m'}{2 \cdot A_f \sqrt{t}} = \frac{C_f}{\sqrt{t}}, \tag{33}$$

unde:

$$C_f = \frac{m'}{2A_f} = \left( \frac{k \cdot C \cdot \Delta p}{2\mu} \right)^{1/2}, \tag{34}$$

în care:

$k$ este permeabilitatea turtei;
$\mu$ — viscozitatea fluidului ce trece prin turtă;
$\Delta p$ — căderea de presiune definită de relaţia (1).

Trasînd experimental curba volum de fluid filtrat în funcţie de $\sqrt{t}$, rezultă o dreaptă de pantă $m$. Cunoscînd suprafaţa prin care se face filtrarea (suprafaţa unei probe de carotă) rezultă valoarea lui $C_f$. Dacă nu se poate realiza presiunea diferenţială $\Delta p$ sub care curg fluidele în strat, panta dreptei $m$, poate fi corectată, avînd în vedere că ea este proporţională cu $(\Delta p)^{1/2}$, astfel:

$$m'_{real} = m' \cdot \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_{exp.}} \right)^{1/2}$$

şi

$$C_{f(real)} = C_f \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_{exp.}} \right)^{1/2} \tag{35}$$

În toate cazurile descrise anterior se vede că viteza cu care fluidul de fisurare pătrunde (filtrează) în strat are forma

$$v = \frac{\text{Constantă}}{\sqrt{t}}$$

Cu cît constanta $C_v$, $C_d$ sau $C_f$ este mai mică cu atît înseamnă că se pierde mai puţin fluid de fisurare în strat şi deci eficacitatea operaţiei este mai mare (fluidul de fisurare contribuie mai mult la extinderea fisurării). De obicei fluidele de fisurare au proprietăţi de asemenea manieră, încît la determinarea volumului de fluid care trece în zăcămînt contribuie simultan toţi cei trei coeficienţi amintiţi.

În zăcămintele cu presiune scăzută care conţin gaze ieşite din soluţie, datorită compresibilităţii mari a acestor gaze, cei trei coeficienţi $C_v$, $C_d$ şi $C_f$ pot avea valori foarte apropiate. În acest caz trebuie avuţi în vedere toţi cei trei coeficienţi şi calculat un coeficient global $C_G$. Dat fiind că oricare dintre aceşti coeficienţi este analog cu conductanţa electrică, s-a constatat că, aplicînd în acest caz legea conductanţei

$$\frac{1}{C_G} = \frac{1}{C_v} + \frac{1}{C_d} + \frac{1}{C_f}, \tag{36}$$

se obţin valori destul de exacte pe baza acestei analogii, valori confirmate prin date de şantier.

În acest caz viteza de filtrare

$$v = \frac{C_G}{\sqrt{t}}$$

**Suprafaţa fisurii**

Această problemă este strîns legată de cele arătate mai sus şi a fost rezolvată matematic, pornind de la considerentul că în timpul fisurării (al extinderii unei fisuri) debitul de injecţie la suprafaţă $Q_{inj}$ este constant şi că în timpul operaţiei de fisurare o parte din acest debit $Q_f$ trece în strat prin cele două feţe ale fisurii, iar o altă parte $Q_e$ contribuie la extinderea fisurii aşa cum se vede în figura 2.

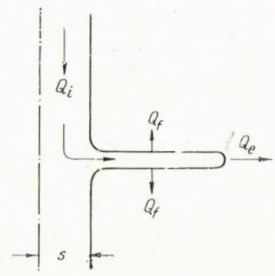



Fig. 2

$Q_f$ apare ca urmare a diferenţei de presiune $\Delta p$ între presiunea din fisură, notată anterior cu $p_{inj.strat}$, şi presiunea de zăcămînt $p_c$.

Deci:

$$Q_{inj} = Q_f + Q_e \tag{37}$$

Pentru a determina suprafaţa unei fisuri, avînd în vedere cele expuse anterior, este necesar să se apeleze şi la următoarele supoziţii :

*a*. Grosimea fisurii este uniformă.

*b*. Direcţia de curgere a fluidului de fisurare în strat este perpendiculară pe feţele fisurii.

*c*. Viteza de curgere (filtrare) a fluidului de fisurare printr-un punct dat pe suprafaţa fisurii este în funcţie de timpul scurs de la momentul în care fluidul de fisurare a venit în contact cu acel punct. Deci $v = f(t)$. Aşa cum s-a arătat anterior, $v = \mathrm{f}(t)$ corespunde relaţiei :

$$v = \frac{\text{constantă}}{\sqrt{t}} = \frac{C}{\sqrt{t}}$$

*d*. Valoarea vitezei $v = f(t)$ este aceeaşi în orice punct pe faţa fisurii însă timpul $t = 0$ este considerat în momentul în care fluidul de fisurare a atins prima dată acel punct.

*e*. Presiunea în fisură $p_{\text{inj. str.}}$ este constantă, prin urmare şi $\Delta p$ este o constantă.

De fapt considerentul avut în vedere ca şi supoziţiile făcute sînt în concordanţă cu cele expuse mai înainte în privinţa vitezei de filtrare a fluidului în strat.

Valoarea lui $Q_f$ la un moment dat $t$ depinde de viteza cu care trece fluidul în strat şi de suprafaţa de filtrare care este egală cu de două ori aria unei feţe a fisurii. Deci :

$$Q_f(t) = 2 \int_0^{A(t)} v(t)\ \mathrm{d}A \qquad (38)$$

în care :

$Q_f(t)$ este debitul de fluid ce trece în strat la un moment dat, $t$ ;

$v$ — viteza de curgere a fluidului din fisură în strat ;

$A$ — suprafaţa unei feţe a fisurii.

Dat fiind faptul că fisura se extinde în timp, $A$ este o funcţie de timp. Pentru un element de suprafaţă de fisură $\mathrm{d}A$ (fig. 3), format la un

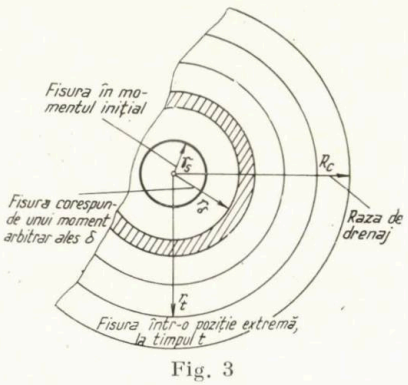



Fig. 3

timp $\delta$, viteza de curgere prin acel element este $v(t-\delta)$, conform supoziţiei *d*), deoarce fluidul a început să curgă prin acel punct începînd de la timpul $\delta$.

Avînd în vedere că $A$ este funcţie de timp se poate scrie :

$$\mathrm{d}A = \frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}\delta}\,\mathrm{d}\delta$$

Ecuaţia (38) poate fi pusă sub forma :

$$Q_f(t) = 2 \int_0^t v(t-\delta) \cdot \left(\frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}\delta}\right) \mathrm{d}\delta \qquad (39)$$

Creşterea volumului fisurii corespunde lui $Q_e$ şi depinde de timp. (Se face într-un anumit ritm, la un timp $t$).

$$Q_e(t) = w\,\frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}t} \qquad (40)$$

Prin urmare relaţia (37) se poate scrie sub forma :

$$Q_{\text{inj}} = \left[2 \int_0^t v(t-\delta) \left(\frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}\delta}\right) \mathrm{d}\delta\right] + w\,\frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}t}, \qquad (41)$$

în care :

$Q_{\text{inj}}$ este debitul constant care se pompează de la suprafaţă, $\mathrm{cm}^3/\mathrm{s}$ ;

$t$ — timpul total de pompare considerat de la deschiderea fisurii ;

$\delta$ — timpul necesar ca fluidul de fisurare să ajungă într-un punct dat, corespunzător unei distanţe parcurse $(r_\delta - r_s)$, s ;

$(t-\delta)$ — intervalul de timp în care fluidul a trecut printr-un punct dat în formaţiune, s ;

$v(t-\delta)$ — viteza cu care pătrunde fluidul de fisurare în formaţiune în acel punct dat, cm/s

$w$ — grosimea fisurii, cm ;

$A$ — suprafaţa unei feţe a fisurii, $\mathrm{cm}^2$.

Rezolvarea ecuaţiei (41) permite să se determine suprafaţa fisurii la un moment dat $(t)$ ; deci ecuaţia (41) se rezolvă în raport cu $A(t)$.

Ţinînd seama că $Q_{\text{inj}} = \text{constant}$ şi ecuaţia $v = f(t)$ este cunoscută, ecuaţia (41) se rezolvă cu ajutorul transformării Laplace, avînd în vedere că această ecuaţie reprezintă un produs de convoluţie. Produsul de convoluţie dintre o funcţie $\mathrm{F}(t)$ şi una $\mathrm{G}(t)$ se defineşte sub forma :

$$F(t) \cdot G(t) = \int_0^t F(\delta)\, G(t-\delta)\, \mathrm{d}\delta$$

Se poate demonstra că transformata Laplace a acestui produs este :

$$L\,[F(t) \cdot G(t)] = L\,[F(t)] \cdot L\,[G(t)]$$

Primul termen din partea dreaptă a ecuației (41) este produsul de convoluție:

$$2\left[\frac{dA}{dt}(t)\cdot v(t)\right],$$

iar transformata Laplace a acestui produs este :

$$2\left\{L\left[\frac{dA}{dt}(t)\right]\cdot L[v(t)]\right\}.$$

Aplicînd transformata Laplace ecuației (41) rezultă :

$$L[Q_{inj}]=2\left\{L\left[\frac{dA}{dt}(t)\right]\cdot L[v(t)]\right\}+L\left[w\frac{dA}{dt}(t)\right] \quad (42)$$

Se determină întîi valoarea transformatei Laplace a funcției $A(t)$, $L[(A(t)]$ după care printr-o transformare inversă rezultă valoarea funcției $A(t)$ sub forma :

$$A(t)=\frac{Q_{inj}\,w}{4\pi C^2}\left[e^{(2C\sqrt{\pi t}/w)^2}\cdot erfc\left(\frac{2C\sqrt{\pi t}}{w}\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{4C\sqrt{t}}{w}-1\right] \quad (43)$$

sau, înlocuind $x=2C\sqrt{\pi t}/w$ (44)

$$A(t)=\frac{Q_{inj}\,w}{4\pi C^2}\left[e^{x^2}\cdot erfc\,(x)+\frac{2x}{\sqrt{\pi}}-1\right] \quad (45)$$

unde notațiile folosite au specificațiile arătate anterior și se pot determina cu ușurință; *erfc* $(x)$ se găsește tabulată pentru diferite valori ale lui $x$. Deci la un anumit timp $t$ corespunde un $x$ bine determinat și o anumită valoare a suprafeței fisurii.

$C$ poate fi de fapt $C_v$, $C_d$, $C_f$ sau un coeficient global $C_G$.

Din cele expuse anterior rezultă de asemenea și modul în care fiecare parametru influențează asupra lui $A(t)$.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Ioachim, Gr. Extracția petrolului și gazelor. Ed. tehnică, București, 1965.
2. Craft, Holden și Graves. Well Design Drilling and Production. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1962.
3. Howard, G.C. și Fast, C.R. Optimum Fluid Characteristics for Fracture Extension. Drilling and Production Practice API, 1957.
4. Crețu, I. Hidraulica generală și subterană București. Ed. didactică și pedagogică, 1971.
5. Ștefănescu R. și Patron Th. Fisurarea hidraulică a stratelor, Ed. tehnică, București, 1958.
6. Sinclair, A. Richard — Rheology of Viscous Fracturing Fluids. J. Petrol Technol. 6/70 iun. 1970. p. 711.

# UN NOU APARAT PERMITIVIMETRIC SIMPLU PENTRU MĂSURAREA AUTOMATĂ A CONŢINUTULUI DE APĂ ÎN ŢIŢEI

V. Cristea

Problema măsurării automate a conţinutului de apă în ţiţei este rezolvată de mulţi ani, fiind deja cunoscute o serie de firme care produc curent aparatură în acest scop (Fisher-Co-S.U.A. ODEX-S.U.A., Black-Sivalles and Bryson Inc-S.U.A.).

Majoritatea acestor aparate funcţionează pe principiul permitivimetriei, traductorul lor primar fiind, de regulă, un condensator a cărui capacitate variază funcţie de permitivitatea ţiţeiului ce străbate spaţiul dintre cei doi electrozi ai săi, conform relaţiei :

$$C = C_p + \varepsilon C_0, \qquad (1)$$

în care :

$C$ este capacitatea totală a traductorului;
$C_p$ — capacitatea parazită;
$C_0$ — capacitatea zonei active a traductorului, în aer;
$\varepsilon$ — permitivitatea emulsiei de ţiţei care umple spaţiul dintre electrozi.

Această permitivitate este de fapt o rezultantă a permitivităţilor celor două faze (apă şi ţiţei), în contact. Ştiut fiind că, pentru ţiţeiurile curate ea are valoarea de aproximativ 2, iar pentru apa curată aproximativ 80, se constată la emulsiile obişnuite de ţiţei valori ale permitivităţii rezultante cuprinse între cele două limite.

Legea de compunere a permitivităţii celor două faze în contact ar avea după unii autori [1] următoarea expresie matematică:

$$\varepsilon = \varepsilon_c \left( 1 + \frac{3W}{\frac{\varepsilon_d + 2\varepsilon_c}{\varepsilon_d - \varepsilon_c} - W} \right) \qquad (2)$$

în care :

$\varepsilon$ este permitivitatea compusă a emulsiei de ţiţei;
$\varepsilon_c$ — permitivitatea fazei continue (de regulă ţiţei);
$\varepsilon_d$ — permitivitatea fazei disperse (de regulă apă);
W — raportul volumetric dintre faza dispersă şi faza continuă.

Literatura [2] propune şi alte formule, în care se ţine seama de forma particulelor din amestec, de gradul lor de orientare etc. Toate aceste relaţii empirice nu prezintă decît un interes teoretic, deoarece la etalonarea aparatelor nu pot fi luate în consideraţie, această operaţie făcîndu-se individual, pe categorii de ţiţei.

Curbele de variaţie ale permitivităţii ţiţeiurilor brute funcţie de conţinutul de apă au o alură de tipul celei indicate în figura 1 [3].

O alură asemănătoare va avea şi curba de variaţie a capacităţii traductorului funcţie de conţinutul de apă întrucît, conform formulei (1), capacitatea şi permitivitatea sînt legate printr-o ecuaţie de gradul I.

Înainte de a face o scurtă trecere în revistă a aparaturii secundare cunoscute, care serveşte la punerea în evidenţă a variaţiilor reactanţei capacitive a traductorului primar, se aminteşte că, din datele experimentale prezentate în literatura de specialitate [4], domeniul de frecvenţă de lucru cel mai utilizat este cel al megaciclilor, în care o variaţie de pînă la de 10 ori a frecvenţei, nu duce la schimbări mai

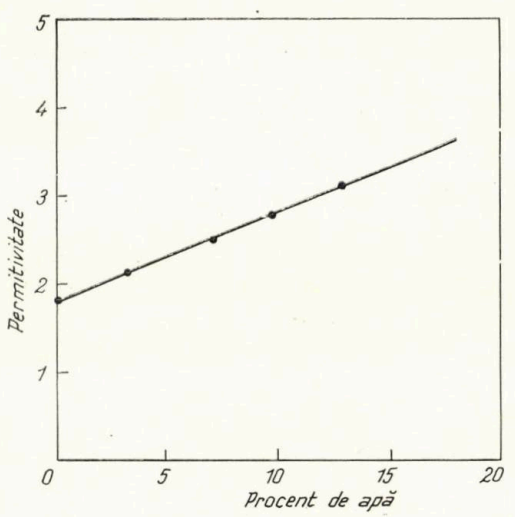



Fig. 1. Curbă de variaţie a permitivităţii ţiţeiului funcţie de conţinutul de apă.

mari de 1% ale permitivităţii ţiţeiurilor brute, în condiţiile unei compoziţii invariabile.

În fine, ca structuri de circuite electronice ale aparaturii secundare de măsură se menţionează:

— aparate la care traductorul este introdus în circuitul acordat al unui oscilator, care la rîndul său atacă un amplificator acordat, astfel că, atunci cînd variază capacitatea, variază frecvenţa oscilatorului şi deci şi tensiunea de ieşire a amplificatorului acordat [2, 3, 5, 6];

— aparate la care o sursă de înaltă frecvenţă debitează sub tensiune constantă direct pe traductor, legat ca sarcină, curentul debitat fiind funcţie de valoarea capacităţii [7,8];

— aparate la care sursa de înaltă frecvenţă debitează pe o punte ce conţine traductorul, astfel că tensiunea de ieşire din punte este funcţie de capacitatea traductorului [9, 10];

— aparate la care sursa de înaltă frecvenţă debitează separat pe două circuite rezonante, dintre care unul serie, fix, şi altul derivaţie, variabil, conţinînd traductorul; prin modularea semnalului provenit de la circuitul fix cu o frecvenţă joasă şi prin însumare în secundarul unui transformator al acestui semnal modulat cu semnalul provenit de la circuitul variabil, se obţine o undă modulată în fază, care discriminată, dă o tensiune proporţională cu variaţia capacităţii traductorului [11, 12];

— aparate la care se realizează un mixaj între o frecvenţă fixă şi una variabilă, provenită de la un oscilator, care conţine în schemă traductorul; frecvenţa joasă rezultantă, amplificată şi transformată în undă dreptunghiulară, este integrată, obţinîndu-se o tensiune continuă proporţională cu variaţia capacităţii traductorului [13].

În general, aceasta sînt principalele variante de circuite electronice secundare folosite în tehnica mondială pentru măsurarea conţinutului de apă în ţiţei pe principiul permitivimetriei.

## Un aparat nou pentru măsurarea conţinutului de apă în ţiţei

Aparatul care face obiectul acestui articol şi care a fost realizat sub formă de model experimental în cadrul I.C.P.T.G. [14] nu diferă principial de cele enumerate, partea sa de originalitate constînd doar în folosirea unei soluţii relativ mai simple pentru schema electronică secundară de măsură.

Traductorul capacitiv coaxial (fig. 2), prin interiorul căruia se vehiculează emulsia, este realizat din ţeavă de 6 in, prevăzută la capete cu flanşe, pentru a putea fi intercalat ca un simplu tronson pe conductele de ţiţei. La proiectarea sa s-a ţinut seama de faptul că presiunea maximă de lucru nu va depăşi 25 kgf/cm$^2$. Electrodul interior, coaxial cu ţeava exterioară, este realizat din ţeavă de 4 in şi este izolat de corpul exterior prin piese speciale , confecţionate din fluoroplast.

Borna electrodului interior este trecută printr-o fereastră, în care izolatorul este, de asemenea, din fluoroplast, piesa respectivă realizînd totodată şi funcţia unei garnituri de etanşare.

Susţinerea electrodului interior în poziţie centrală se face cu ajutorul a două piese metalice de formă convenabilă, constituind o rezistenţă hidraulică minimă în timpul circulaţiei emulsiei prin traductor.

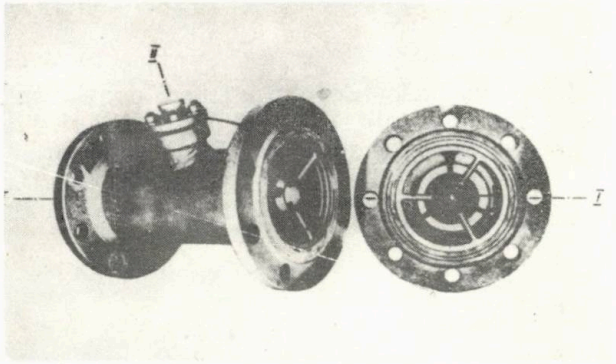


Fig. 2. Traductorul coaxial capacitiv conform soluţiei ICPTG.

Capacitatea în aer a traductorului este de aproximativ 46 pF, iar dimensiunile care determină valoarea acestei capacităţi sînt următoarele:

— diametrul interior al electrodului extern = 152 mm;

— diametrul exterior al electrodului intern = =87 mm;

— lungimea traductorului = 300 mm.

Suprafaţa interioară a traductorului a fost acoperită cu un strat protector de Epodur, pentru a rezista la acţiunea corosivă a emulsiei.

Din motive uşor de înţeles, electrodul exterior va constitui masa traductorului, trebuind să fie legat neapărat la masa întregului aparat.

Elementul de noutate al montajului electronic secundar a constat în încorporarea traductorului capacitiv descris anterior în circuitul de catod al unui oscilator cu pentodă, avînd frecvenţa stabilizată cu cristal de cuarţ (fig.3).

Structura acestui oscilator derivă dintr-o schemă clasică Pierce, la care însă s-au făcut unele modificări, pentru a putea satisface condiţia de măsură propusă. Astfel, la borna catodului, care în mod obişnuit este legată direct la masă, s-a cuplat o sarcină compusă dintr-o rezistenţă de mică valoare (300 Ω) legată în paralel cu două condensatoare serie, unul dintre ele fiind chiar traductorul capacitiv, iar celălalt avînd o capacitate suficient de mare (0,1 μF) în raport cu cea a traductorului.

Între catodul şi grila pentodei s-a introdus un condensator de valoare mică (400 pF), iar în placă, în locul obişnuitei rezistenţe, s-a montat un şoc de radio-frecvenţă (2,5 mH), restul elementelor de circuit rămînînd principial neschimbate.

În felul acesta s-a realizat un oscilator de frecvenţă constantă, cu ieşire pe catod, respectiv un generator de curent constant la frecvenţă constantă sau, în orice caz, un generator la care atît frecvenţa cît şi curentul sînt prea puţin influenţate de variaţiile sarcinii.

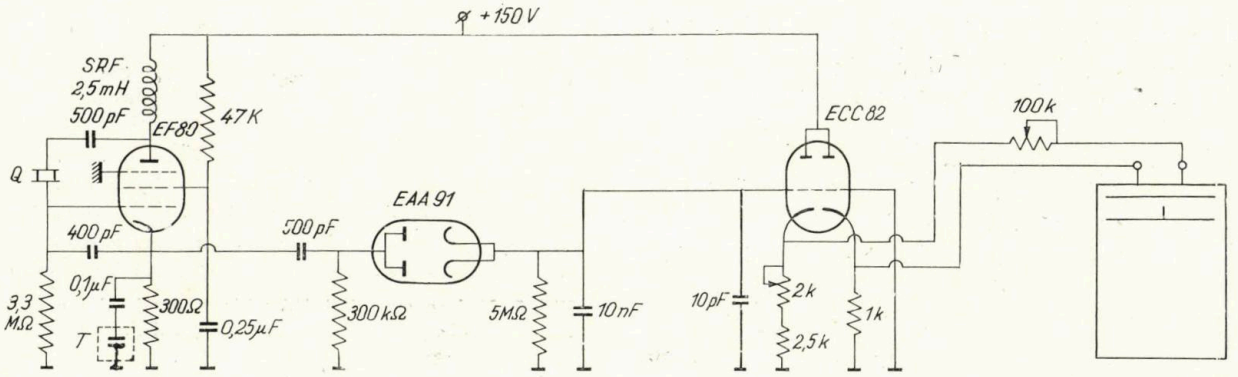



Fig. 3. Schema de principiu a circuitului electronic secundar din modelul experimental al noului aparat de măsură a conţinutului de apă în ţiţei.

Rezultă, deci, că, traductorul fiind de fapt o reactanţă capacitivă variabilă cu permitivitatea, tensiunea la bornele lui va fi determinată numai de permitivitate, respectiv de conţinutul de apă în ţiţei.

Condensatorul legat în serie cu traductorul face funcţia de decuplaj, împiedicînd aplicarea potenţialului de curent continuu din catod la bornele traductorului, fapt care ar produce fenomene de polarizare supărătoare.

Rezistenţa de mică valoare, paralelă pe ansamblul serie al celor două condensatoare (traductor + decuplaj), are rolul de a reduce influenţa rezistenţei de pierdere a traductorului, care variază destul de mult cu procentul de apă în ţiţei.

Valoarea condensatorului de reacţie dintre grila şi catodul pentodei a fost stabilită experimental, rolul său fiind de a elimina armonicele supărătoare, care apar în forma de undă la ieşirea din catod, în situaţia de conţinut ridicat de apă în ţiţei.

Şocul de radiofrecvenţă din circuitul de placă favorizează aplicarea unei reacţii pozitive importante spre grila tubului, compensînd astfel reacţia negativă introdusă de sarcina existentă în catod.

Cuarţul folosit a avut o frecvenţă de lucru $f_0 = 3{,}3$ MHz şi a fost decuplat de tensiunea anodică printr-un condensator de 500 pF.

Rezistenţa de grilă a tubului a avut valoarea de 3,3 MΩ.

În sfîrşit, ecranul tubului a fost alimentat printr-o rezistenţă de 47 kΩ şi decuplat printr-un condensator de 0,25 μF.

În această formă, oscilatorul (realizat cu o pentodă EF 80) prezintă la catod o tensiune de frecvenţă fixă şi amplitudine variabilă, funcţie de conţinutul de apă în ţiţei.

Se poate remarca însă că tensiunea de ieşire din catod variază de fapt invers proporţional cu conţinutul de apă în ţiţei, plecînd de la o anumită valoare pentru conţinut zero la sută apă şi ajungînd la o altă valoare mai mică, dar diferită de zero, pentru conţinutul maxim de apă. De aceea se recurge în continuare la următorul artificiu. Se redresează semnalul de înaltă frecvenţă cules din catodul pentodei oscilatoare cu ajutorul unui circuit simplu (format în cazul de faţă cu o dublă diodă EAA—91), după care semnalul de curent continuu se introduce la intrarea unui voltmetru cu dublă triodă (ECC—82), între catodele căreia se află instrumentul indicator sau înregistrator.

Acest circuit de voltmetru cu dublă triodă permite, pe de o parte, să se inverseze sensul de variaţie a tensiunii corespunzătoare conţinutului de apă în ţiţei prin inversarea polarităţii instrumentului, iar, pe de altă parte, să se corecteze punctul de zero electric al instrumentului de măsură, prin varierea potenţiometrului din catodul uneia dintre cele două triode.

Pentru ajustarea indicaţiei maxime se mai montează în serie cu instrumentul de măsură un alt potenţiometru de 100 kΩ.

Se mai precizează că, deoarece curba de variaţie a tensiunii de ieşire din oscilator şi, deci, din redresor, este dată de relaţia:

$$U = K \cdot I \cdot Z. \qquad (3)$$

în care:

$U$ este tensiunea la ieşirea redresorului;
$K$ — factorul de proporţionalitate introdus de redresor;
$I$ — curentul prin oscilator;
$Z$ — impedanţa din catodul oscilatorului;

și, pentru că :

$$Z = \frac{R}{\sqrt{1 + \omega^2 C \cdot R}}, \qquad (4)$$

în care :

$R$ este rezistența din catodul oscilatorului ;
$\omega$ — pulsația oscilatorului ;
$C$ — capacitatea traductorului,
raportul dintre indicație și conținutul de apă în țiței nu va fi liniar.

De aceea instrumentul indicator necesită o etalonare corespunzătoare.

În figura 4 [14] se dă o curbă de etalonare realizată cu țițeiurile de la Agenția Țintea schela Băicoi, Județul Prahova.

Prelucrarea matematică a rezultatelor experimentale efectuate în șantier [14] a arătat că eroarea probabilă a unei determinări este de $\pm 1{,}2\%$, eroarea-limită fiind de $\pm 4\%$.

Determinările comparative ale conținutului de apă în țiței s-au făcut prin centrifugare.

Limita maximă a conținutului de apă în țiței, pînă la care aparatul se menține în clasa de precizie menționată este de 60%.

Pentru eliminarea influenței fluctuațiilor rețelei de curent alternativ, care ar putea produce erori suplimentare, aparatul a fost prevăzut cu o sursă de alimentare stabilizată atît pentru tensiunea anodică a tuburilor, cît și pentru filamente.

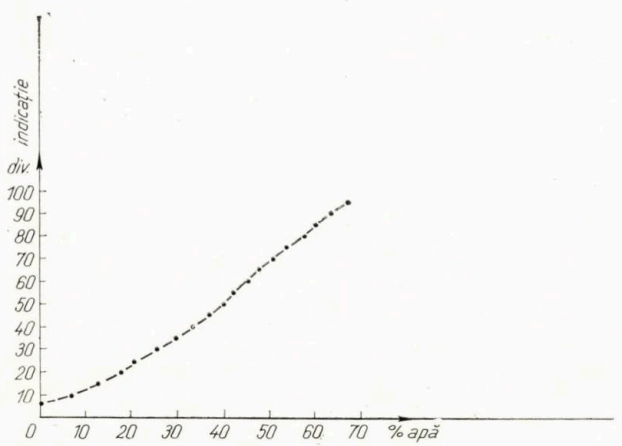



Fig. 4. Curbă de etalonare a modelului experimental al noului aparat de măsură a conținutului de apă în țiței.

Pentru indicarea și înregistrarea conținutului de apă în țiței a fost utilizat un înregistrator de fabricație Automatica RSR, care poate fi montat la distanță.

În figura 5 se prezintă cofretul deschis al modelului experimental al aparatului, în care se pot distinge două șasiuri, unul pentru partea de circuit secundar de măsură și altul pentru sursa de alimentare (cu transformator de rețea vizibil).

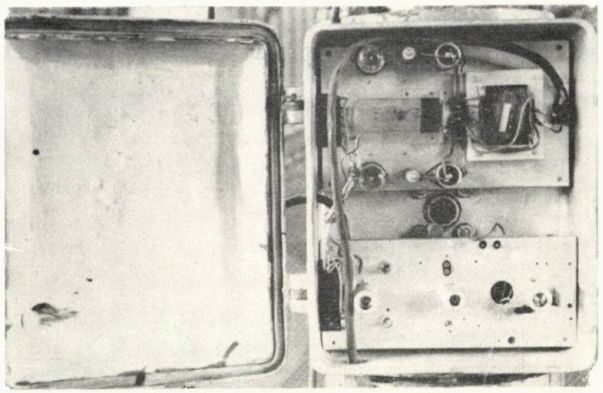


Fig. 5. Vedere cu cofretul deschis a modelului experimental al noului aparat de măsură a conținutului de apă în țiței.

În figura 6 se prezintă o vedere de ansamblu a modelului experimental al aparatului montat la Agenția Țintea, schela Băicoi.

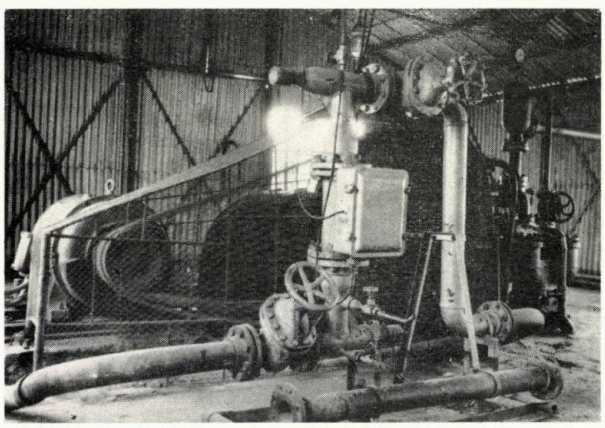


Fig. 5. Vedere de ansamblu a modelului experimental al noului aparat de măsură a conținutului de apă în țiței montat la Agenția Țintea, schela Băicoi.

## Concluzii

Timp de doi ani, cît a fost ținut sub urmărire, aparatul nu a avut nevoie de nici o reetalonare, singura operație de întreținere necesară fiind doar curățirea traductorului de gunoaiele care sînt antrenate de obicei de țițeiurile brute.

Ca avantaje principale ale acestui aparat sînt de menționat : simplitatea schemei electronice, o bună stabilitate în funcționare și o precizie satisfăcătoare, calități pe care majoritatea aparatelor amintite la început le obțin cu mijloace tehnice mai costisitoare.

De asemenea, avînd în vedere absența totală a circuitelor rezonante acordate, a discriminatoarelor de frecvență sau de fază și a punților de înaltă frecvență, manevrabilitatea și punerea la punct a aparatului nu prezintă dificultăți speciale.

Majoritatea componentelor, cu excepția cristalului de cuarț, sînt ușor accesibile pe piața internă.

Cu îmbunătățirile constructive ce s-ar putea aduce prin realizarea industrială, se consideră că aparatul poate avea un caracter competitiv, fiind brevetat în țară [15].

**BIBLIOGRAFIE**


1. Klugman, I. Precizia umidometrului electronic petrolifer. Neft i Gaz, 5.IV.1965, p. 101—102.
2. Reynolds, J. A. și Hough, J. M. Formulae for dielectric constant of mixtures. Proc. Phys. Soc, Sect. B nr. 8, 1957, p. 769—775.
3. Guyot, C. Deux applications de mesure de constante diélectrique aux fréquences radioélectriques dans l'industrie du pétrole. L'onde electrique, nr. 7, 1953, p. 421—425.
4. Warren, W.J. BS and B Measurement — Principles and Practice. J.Petrol Technol. nr. 11, 1962, p. 1 207—1 212.
5. Kublanovski, L. B. Automatizarea și telemecanizarea prelucrării țițeiului. Ed. Tostoitehizdat, Moscova, 1958, p. 129, 143—146.
6. Bublicov, V. V., Klugman, I. și Stepanenko, A.L. Umidometru continuu pentru țițeiul vandabil. Neftianoe hoziaistvo, nr. 8, 1965, p. 60—62.
7. Pleuger, F. W. Aparat pentru determinarea continuă a conținutului de apă în țiței. Patent R.F.G. nr. 664. 991 din 18.XI.1958.
8. Magdril, R. Z., Zaboloțki, A. G. și Zevako, V. K. Aparat pentru măsurarea automată și continuă a umidității țițeiului. Brevet U.R.S.S. nr. 113. 389. Neftianik, nr. 3, 1959.
9. * * * Prospect: CM—510 Computing Monitor. ODEX ENGINEERING COMPANY'S SUA.
10. * * * Prospect Dielectric Monitor. Model TDM—X and TDM—10. UNITED ENGINEERS—SUA.
11. Kite, G. Instrumentation for simplified commingling and well — testing operations. J. Petrol Technol. nr. 7, 1964, p. 732—738.
12. * * * Prospect: BS and B Phase Null Cut Computer. BLACK, SIVALIS and BRYSON INC—SUA.
13. * * * Prospect BS and W Monitor. FISHER GOVERNOR Co—SUA.
14. Ionășcuț, A. și Cristea, V. Perfecționarea și extinderea procedeelor dielcometrice de măsură a conținutului de apă în țiței și produse petrolifere. Tema 18—36/1968. Arhiva ICPTG — Cîmpina.
15. Cristea, V. Aparat pentru măsurarea conținutului de apă în țiței. Brevet R.S.R. nr. 52.658 din 24.I.1969.

# DETERMINAREA COMPOZIȚIEI ULEIURILOR GRELE

Manuela Stănescu, R. Popescu

Determinarea în produsele petroliere a oxigenului, a sulfului și a azotului a preocupat multe colective de cercetare, atît pentru a stabili structura acestor compuși, cît și posibilitățile de prelucrare a fracțiunilor respective. Astfel, H i m u s [1] a studiat produșii cu oxigen și a făcut presupuneri în legătură cu originea lor. C a d y W. E. și S e e l i g H. S. [2] au executat analiza unor uleiuri din depozitele aflate pe teritoriul S.U.A. Ei au utilizat în acest scop diferite metode de investigare, ca: distilarea, extracția, cristalizarea extractivă, adsorbția și spectrografia în IR, reușind să determine compoziția acestora.

În lucrări mai recente [3—5] s-au studiat acizii grași și structurile izoprenoide din diverse uleiuri și s-au făcut o serie de aprecieri în legătură cu structura lor, funcție de proveniența și de vechimea zăcămîntului.

C h o m n a t i S. și colaboratorii utilizează, de asemenea, analiza chimică și spectrală în IR și trag concluzii interesante cu privire la conținutul în oxigen sub formă de grupări carbonilice sau fenolice.

Pentru analiza uleiurilor grele, autorii au utilizat numai metoda cromatografică de adsorbție pe alumină, combinată cu analiza spectrală în IR a fracțiunilor rezultate. Utilizarea unei game largi de solvenți cu polarități diferite a înlesnit obținerea unor fracțiuni în care au fost determinate diverse tipuri de substanțe organice conținînd în moleculă oxigen și azot

## Partea experimentală

Uleiul greu a fost separat mai întîi cromatografic, utilizînd o coloană umplută cu alumină neutră, iar ca solvenți o serie de substanțe cu polarități diferite și care au fost introduse în coloana cromatografică în ordinea arătată în tabela 1. În această tabelă figurează caracteristicile coloanei, precum și compoziția fracțiunilor separate cu ajutorul fiecărui solvent.

Caracterizarea acestor fracțiuni s-a făcut cu ajutorul spectrografiei de adsorbție în IR. Spectrele fracțiunilor au fost înregistrate în peliculă sau în tetraclorură de carbon, în cuve de NaCl, cu un spectrofotometru UR—20 Carl Zeiss Jena. Concetrația și grosimea stratului au fost dictate de mărimea fracțiunii separate cromatografic. Atribuirile au fost făcute atît pe bază de substanțe-model, cît și pe baza datelor din literatura de specialitate [7—10].

*Discuții*

În afara schemei cromatografice de bază arătată în tabela 1, s-au mai încercat și alte variante. S-a lucrat cu o coloană cu diametrul de 8 mm, conținînd aceeași cantitate de alumină, cu creșterea corespunzătoare a lungimii. În acest caz s-a mai introdus ca solvent acetona, între metiletilcetonă și etanol. Pentru mărirea vitezei de migrare a zonelor cromatografice s-a aplicat la intrarea coloanei o suprapresiune de 0,5 at.

Rezultatele obținute constau din următoarele: se observă în unele cazuri o separare mai bună, cum ar fi obținerea fracțiunii saturate liberă de olefine și separarea acesteia într-o fracțiune individuală sau obținerea unei fracțiuni de hidrocarburi aromatice separate mai net.

Se poate de asemenea vorbi și de o separare între nitrili și compușii carbonilici, aceștia din urmă fiind identificați în fracțiunea 5.

TABELA 1

| Nr. fracțiunii | Solventul utilizat | Compoziția fracțiunii separate |
|---|---|---|
| 1 | eter de petrol | hidrocarburi saturate + olefine |
| 2 | eter de petrol + 10% benzen | hidrocarburi aromatice monociclice |
| 3 | eter etilic | hidrocarburi aromatice policiclice |
| 4 | cloroform | compuși carbonilici + nitrili |
| 5 | metil-etil-cetonă | compuși tip carbazol, pirol, indol, furan |
| 6 | etanol | fracțiune intermediară |
| 7 | apă | fenoli + compuși de tip amidic |
| Caracteristicile coloanei | | lungimea stratului de alumină = 65 cm<br>diametrul interior al coloanei = 0,9 cm<br>cantitatea de alumină neutră = 70 g |

Introducerea acetonei ca solvent intermediar între metiletilcetonă și etanol produce o deplasare a compușilor de tip amidic din fracțiunea 7. Totodată, deplasează, și o parte din compușii fenolici, și anume pe cei cu polaritate mai redusă, rămînînd în fracțiunea 7 numai compușii fenolici cu polaritate ridicată.

Analiza spectrală a fracțiunilor amintite arată un grad mai mare de ramificare și mai mic de asociere pentru fenolii din prima fracțiune, față de fenolii din fracțiunea ultimă, ceea ce este în perfectă concordanță cu separarea cromatografică.

Ținînd seama de faptul că separarea diverselor tipuri de substanțe nu se mai face atît de bine ca în schema prezentată în tabela 1, considerăm că aceasta rămîne totuși ca fiind cea mai utilă pentru caracterizarea compușilor cu oxigen și azot din uleiuri grele, modificările arătate avînd importanță numai în cazuri cu totul speciale.

Așa cum s-a mai arătat, caracterizarea fiecărei fracțiuni s-a făcut spectral. Astfel, spectrul fracțiunii 1 arată prezența hidrocarburilor saturate prin benzile de adsorbție 1 380 $cm^{-1}$, 1 470 $cm^{-1}$ ($\delta$ $CH_2$, $CH_3$) și cele din regiunea 2 800 — 3 000 $cm^{-1}$ ($\nu CH_2$, $CH_3$), cu lanțuri mai lungi de patru atomi de carbon ($\gamma (CH_2)n$; $n \geqslant 4$; 720 $cm^{-1}$), însoțite de hidrocarburi olefinice. Prezența hidrocarburilor olefinice a fost stabilită cu ajutorul unei benzi de intensitate medie de la 3 080 $cm^{-1}$ ($\nu$ = CH—). Existența dublelor legături este confirmată de vibrația de valență a legăturii C =C de la 1 640 $cm^{-1}$, iar felul substituției este dat de benzile din regiunea 700—900 $cm^{-1}$ ($\delta$CH). S-au identificat olefine de tipul R—C=C—RHR (890 $cm^{-1}$) R—CH = $CH_2$(909 și 1 000 $cm^{-1}$) și R—CH = CRH trans (1 970 $cm^{-1}$).

S-a observat că în această fracțiune nu apare banda caracteristică hidrocarburilor aromatice de la 1 610 $cm^{-1}$.

În fracțiunea 2 s-a constatat că mai rămîn resturi de olefine (un umăr la 1 640 $cm^{-1}$), și, în același timp, apare o cantitate importantă de hidrocarburi aromatice, identificate prin banda de intensitate medie de la 1 610 $cm^{-1}$ (vibrația legăturii C—C din nucleul benzenic), prin benzile de absorbție din regiunea 3 000—3 100 $cm^{-1}$ ($\nu$ C—H), cît și prin benzile de absorbție caracteristice vibrațiilor de deformație $\delta$ C—H (700—900 $cm^{-1}$). În această fracțiune, fapt confirmat și de spectrul de absorbție în ultraviolet, predomină hidrocarburile aromatice monociclice.

În fracțiunea 3 apar hidrocarburile aromatice policiclice—atribuire făcută pe baza absorbției caracteristice din regiunile 700—900 $cm^{-1}$, 1 700—2 00 $cm^{-1}$, 3 000—3 100 $cm^{-1}$, cît și a spectrului de absorbție în ultraviolet.

Începînd cu fracțiunea 4 (fig. 1) apar benzi caracteristice compușilor care conțin în moleculă azot și oxigen. Astfel, una dintre benzile principale ale spectrului apare la 1 710 $cm^{-1}$, ea indicînd prezența unor compuși care conțin în moleculă grupe C = O (cetone, esteri, acizi). De asemenea apare la 2 230 $cm^{-1}$ o bandă ascuțită, foarte caracteristică grupelor C ≡ N.

Prezența substanțelor cu oxigen și azot este întărită de apariția, începînd cu această fracțiune, a unei benzi suplimentare la 1 410 $cm^{-1}$ ($\delta$ metilen activ) sugerînd grupe —$CH_2$—CO—, $CH_2$—$N^+$ sau asemănătoare. În această fracțiune, ca și în următoarele (5 și 6), în afara benzii de la 1 610 $cm^{-1}$, se intensifică și alte benzi atribuite nucleului fenil (1 580 $cm^{-1}$, 1 510 $cm^{-1}$). Nakanishi [7] arată că această intensificare apare în urma conjugării nucleului aromatic cu grupe nesaturate sau cu grupe conținînd electroni neparticipanți.

În fracțiunea 5 (fig. 2) apar benzi caracteristice grupelor NH legate într-un ciclu de cinci sau șase atomi (tip pirol, indol, carbazol) la 3 490 $cm^{-1}$. Această grupare este asociată inter sau intramolecular cu grupele carbonilice prezente de asemenea, în cantitate mare (1 710 $cm^{-1}$), întrucît banda de la 3 490 $cm^{-1}$ apare însoțită de o bandă lată la 3 300 $cm^{-1}$, în soluții

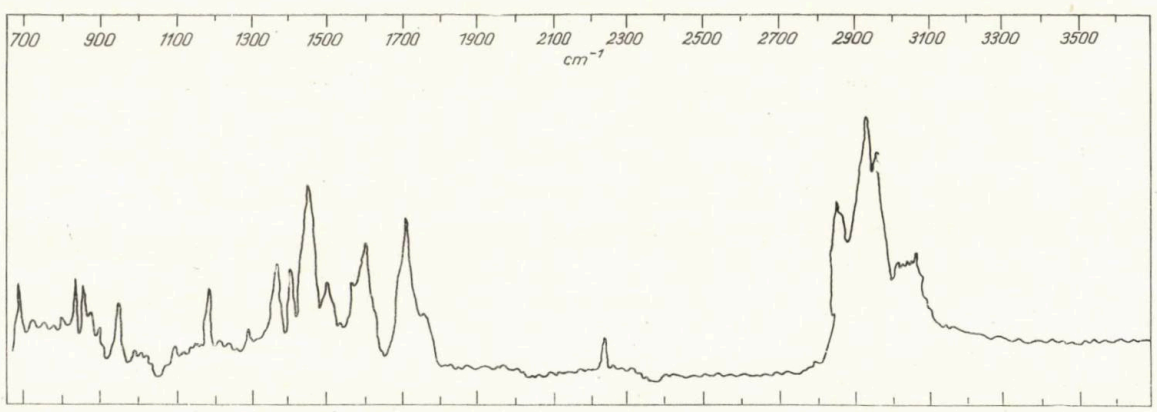



Fig. 1. Spectrul IR al fracțiunii 4 (5% în $CCl_4$, grosimea stratului 0,165 mm/0,165 mm).

diluate (fig. 2 b). În spectrul soluției concentrate sau a lichidului nediluat (fig. 2 a) banda ascuțită lipsește, neapărînd decît banda lată de asociere.

Spectrul fracțiunii 6 (fig. 3) este, în mare, asemănător cu spectrul fracțiunii 5. Se observă dispariția benzilor de la 740 $cm^{-1}$ și 3 120 $cm^{-1}$, (care aparțin deci aceluiași compus) și, de ase-

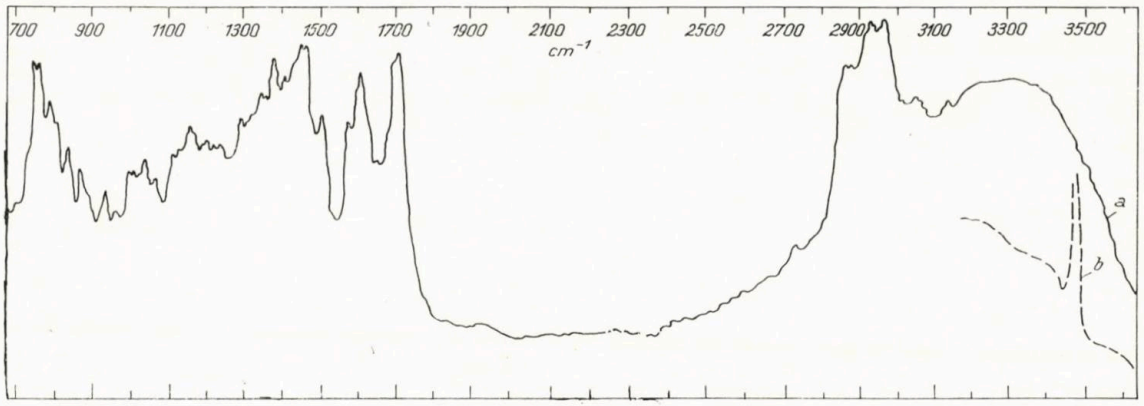



Fig. 2 Spectrul IR al fracțiunii 5: a-peliculă, grosimea stratului 0,028 mm/cristal; b — 2% în $CCl_4$, grosimea stratului 0,165 mm/0,165 mm.

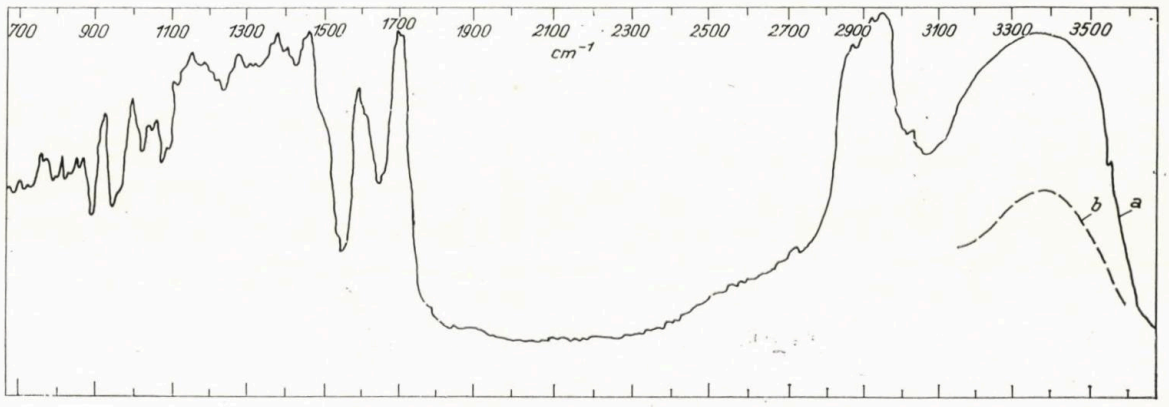



Fig. 3 Spectrul IR al fracțiunii 6: a — peliculă, grosimea stratului 0,028 mm/cristal; b — 1 % în $CCl_4$, grosimea stratului 0,165 mm/0,165 mm.

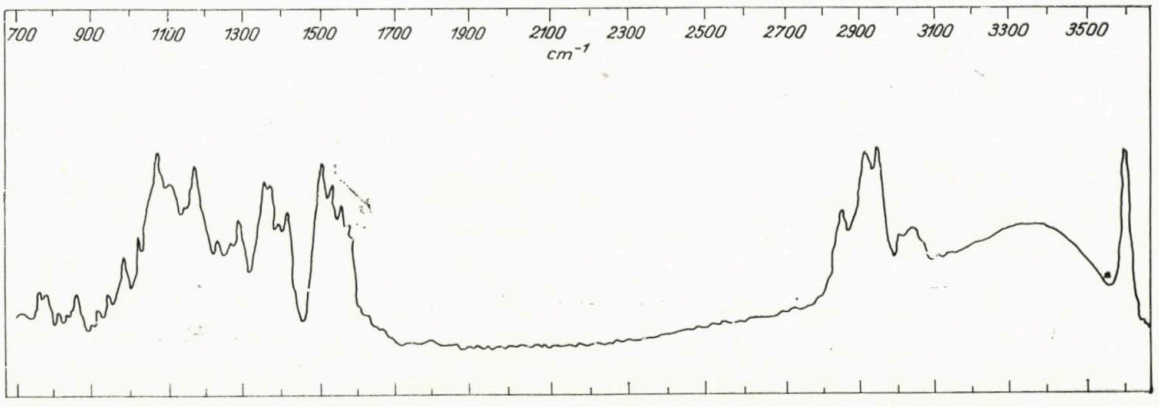



Fig. 4 Spectrul IR al fracției 7 (5% în $CCl_4$, grosimea stratului 0,165 mm/0,165 mm).

Apariția unei benzi intense la 740 $cm^{-1}$ însoțită de o absorbție la 3 120 $cm^{-1}$ poate duce la ipoteza prezenței unor compuși asemănători furanului sau furanului substituit, a căror existență în această fracțiune pare plauzibilă.

menea, deplasarea maximului benzii late de la ~3 300 $cm^{-1}$, în cazul fracțiunii 5, la ~3 400 $cm^{-1}$, în cazul fracțiunii 6. Această deplasare se poate datora prezenței grupelor fenolice care apar în cantitate mare în fracțiunea 7 și deci se

poate trage concluzia că fracţiunea 6 este un amestec format din partea finală a fracţiunii 5 cu partea iniţială a fracţiunii 7. Trebuie menţionat că la diluare nu apare banda atribuită grupei N—H liber (3 490 $cm^{-1}$) sau OH liber (3 620 $cm^{-1}$), ceea ce se poate datora prezenţei unor compuşi puternic asociaţi.

Fracţiunea 7 (fig. 4) conţine în cantitate mare fenoli (banda vibraţiei de valenţă a OH fenolic neasociat la 3 620 $cm^{-1}$ şi aceea a vibraţiei de valenţă a C—OH la 1 180 $cm^{-1}$). În plus, apar mai multe benzi în regiunea 1 600—1 700 $cm^{-1}$, absorbţii atribuite unor compuşi de tipul amidelor,cît şi unor compuşi de tipul >N—CH= CH—C⩽O de către E.C. Copelin [8] într-un studiu asupra compuşilor cu azot şi oxigen din produse petroliere grele. S-a observat că fracţiunea 7 nu se dizolvă total în tetraclorură de carbon; resturile dizolvate în cloroform arată, de asemenea, prezenţa unor grupe fenolice, dar legate de un schelet aromatic mai sărac în grupe $CH_3$ decît în cazul fenolilor, din porţiunea care se dizolvă în tetraclorură de carbon.

În ceea ce priveşte compuşii cu sulf sau cu siliciu, cărora autorii care au caracterizat produse asemănătoare [6] le atribuie absorbţii în regiunea 1 000—1 100 $cm^{-1}$, prezenţa lor nu a putut fi stabilită numai pe baza acestui argument, întrucît în această regiune a spectrului pot apărea numeroase benzi de absorbţie, datorită vibraţiilor de deformaţie a hidrocarburilor cît şi ale altor grupe funcţionale.

## BIBLIOGRAFIE


1. Himus, G.W. Oil Shale and Cannel Coal. Institute of Petroleum 1951, vol. **2**, p. 112.
2. Cady, W, E. şi Seelig, H. S. Ind. Eng. Chem., **44**, (11), 1952, p. 2 636 .
3. Brooks, J. şi Shaw, G. Nature, 220, 1968, p. 678.
4. Burlingame, A.L. şi Simoneit, B. R. Science, **160**, 1968, p. 531.
5. Buravas, S. Fuel, London, **49**, (2), 1970, p. 180.
6. Chomnati, S. ş. a. Fuel, London, **49**, (2), 1970, p. 188.
7. Nakanishi Koji. Infrared Absorbtion Spectro. scopy-Practical, Holden-Day Inc., San Francisco, 1962-
8. Copelin, E.C. Ana. Chem., **36**, 1964, p. 2 274.
9. Avram, N. Spectroscopia în infraroşu. Aplicaţii în chimia organică. Ed. tehnică, Bucureşti, 1966.
10. Kendall, D.N. Applied Infrared Spectroscopy. Reinhold Publishing Corporation, New York, 1966.

# REALIZĂRI DIN INDUSTRIE

**Contribuţia inovatorilor la perfecţionarea proceselor tehnologice**

Unitatea de foraj Bucureşti, prin cercul său de inovatori a adresat o însufleţită chemare la întrecere către toate cercurile de inovatori din judeţul Ilfov. Remarcăm printre alte obiective din chemarea la întrecere, realizarea unor economii în valoare de 3 milioane lei, precum şi obţinerea unor economii de 100 lei pe cap de salariat la ciment, metal, material lemnos.

Pentru realizarea unor inovaţii ca: „Dispozitivul pentru împachetarea cu nisip a filtrelor"; „Siul de cimentare efectabil"; „Dispozitivul pentru suspendarea şi etanşarea linerelor" cercului de inovatori al Unităţii de foraj Bucureşti i s-a decernat locul I pe judeţ în activitatea de inovaţii.

Aceste inovaţii, precum şi altele în curs de înfăptuire, contribuie la realizarea angajamentului petroliştilor de a realiza cu succes sarcinile de plan din acest an.

**Fiecare sondă la potenţialul maxim**

Petroliştii sondei de extracţie Zemeş traduc în viaţă iniţiativa „Fiecare sondă la potenţialul maxim" prin asigurarea funcţionării normale a utilajului de fund al sondelor exploatate prin pompaj şi executarea unor operaţii tehnologice care să ducă la refacerea permeabilităţii stratului productiv din jurul găurii de sonde.

În acest scop, în schelă se extinde utilizarea separatoarelor de fund pentru gaze-ţiţei, cît şi a filtrelor pentru nisip. De altfel, se află în experimentare un nou tip de separator cu plutitor — mai eficient decît cel de tip clasic, precum şi o formă de filtre care să asigure o mai bună separare a impurităţilor mecanice de ţiţei. Merită de subliniat că acestea sînt confecţionate în atelierele schelei, în cadrul acţiunii de autodotare.

**1973 an hotărîtor pentru realizarea cincinalului înainte de termen**

Colectivul Intreprinderii de foraj Ploieşti este angajat în prezent — asemeni tuturor colectivelor de muncă — cu întregul potenţial în întrecerea pentru realizarea şi depăşirea planului pe anul 1973, an hotărîtor al cincinalului. Corespunzător acestei cerinţe au fost stabilite şi sarcinile. În primul rînd, un volum fizic de foraj mobilizator, care trebuie realizat în condiţiile unei viteze de foraj de 925 m/instalaţie şi a unei adîncimi medii de 1970. Forajul cu jet va reprezenta aproape 50 la sută din totalul metrilor foraţi. De reţinut că sarcinile amintite trebuie realizate în anul 1973 cu un număr mai mic de instalaţii, fapt care antrenează, nemijlocit, colectivul la valorificarea intensă a căilor de creştere a eficienţei activităţii economice.

**Modernizarea produselor**

Specialiştii uzinelor constructoare de utilaj petrolier din judeţul Prahova au elaborat noi soluţii tehnice menite să ducă la ridicarea parametrilor funcţionali ai produselor de serie mare, concomitent cu reducerea consumurilor de metal şi a costurilor de producţie. Astfel, instalaţiile de forţă pentru adîncimi medii şi mari fabricate la uzina „1 Mai" din Ploieşti, prezintă acum un coeficient sporit de siguranţă în exploatare. Notăm, de asemenea, că prin reproiectarea unor subansamble şi repere, instalaţia de foraj F—200 este mai uşoară cu 2000 kg, iar greutatea motopompelor s-a redus cu 200 kg. Aceste îmbunătăţiri constructive au determinat şi mărirea duratei de funcţionare între două reparaţii cu 35%.

**Tehnologie originală la rafinăria Ploieşti**

La Rafinăria Ploieşti s-a elaborat o tehnologie originală pentru peliculizarea cazanelor şi cisternelor în care se transportă uleiul de transformator pe distanţe mari. După ce recipienţii sînt bine curăţaţi, ei sînt acoperiţi în interior cu o peliculă de răşini sintetice. În acest fel calitatea uleiului de transformator se păstrează la caracteristicile iniţiale, evitîndu-se influenţa dăunătoare a oxidului de fier.

**Nou sort de benzină cu proprietăţi îmbunătăţite**

Specialiştii de la Uzina petrochimică de la Brazi împreună cu cei ai Institutului de cercetări pentru chimizarea ţiţeiului „PETROCHIM" din Ploieşti, au pus la punct tehnologia de fabricaţie a unui nou sort de benzină cu proprietăţi îmbunătăţite. Noul derivat de ţiţei are peste 100 octani şi este utilizat pentru motoare grele de mare turaţie. Specialiştii de la Brazi au pregătit, totodată, tehnologia de obţinere din materie primă indigenă a unor substanţe pure şi hidrocarburi aromatice ce intră în componenţa unor diverse produse chimice. Apreciate pentru competitivitate, produsele realizate la Brazi sînt solicitate pe pieţele aproape a 60 de ţări din lume. Partenerilor comerciali li s-au adăugat recent noi firme din Anglia, Elveţia şi S.U.A. Anul acesta, livrările la export ale grupului vor depăşi cu 30 la sută pe cele din 1972.

# NOTE TEHNICE

**Aparat de măsură universal cu indicaţie numerică EIBIS**

Aparatele de măsură din seria 60 pentru montajul pe panouri, ale firmei Pye Ether Ltd Caxton Way, Stevenage (Regatul Unit) pot primi semnale de intrare liniare sau neliniare provenind de la surse de tensiune, intensitate sau rezistenţă. Aceste semnale sînt convertite precis în 4 000 de valori numerice diferite, corespunzînd la unităţi de măsură direct utilizabile, de exemplu °C sau kg/cm².

Aceste aparate pot servi la măsurarea tuturor parametrilor întîlniţi obişnuit în industria chimică, industria petrolieră, industria materialelor plastice sau industria farmaceutică şi anume: debite, turaţia maşinilor, *p*H şi densitate.

Aparatele sînt compacte (dimensiunile frontale 144 × 48 mm, adîncimea 212 mm, greutate 740 g) şi pot fi asamblate pe panouri. Cifrele pot fi citite de la distanţă de 12 m.

Toate circuitele electronice sînt montate pe patru cadre de circuite imprimate. Cadrul principal, acelaşi pentru toate aparatele, poartă circuitele de alimentare interne şi cele care asigură conversarea analogică-numerică; el este pus la locul lui prin alunecare.

Cele trei cadre secundare se branşează pe cadrul principal; două din acestea variază după aplicaţia specifică. Un cadru de *condiţionare a semnalului de intrare* permite să se dea semnalului forma potrivită pentru a permite evaluarea. Ea transformă datele de la intrare (intensitate sau rezistenţă) în tensiune şi în cazul indicaţiilor furnizate de un termocuplu face compensarea sudurii reci. Alegerea gamei şi a unităţilor de măsură este comandată de un cadru de numerizare care asigură de asemenea, compensarea în timpul transformării de la analog la digital a oricărei neliniarităţi între semnalul de intrare şi parametrul ce-l reprezintă. În fine un cadru de afişaj comun la toate aparatele converteşte semnalele de ieşire ce sosesc în cod binar în cifre zecimale pentru afişare.

Toate conexiunile se fac la un bloc terminal situat în spatele aparatului.

**Utilizarea fibrei ceramice pentru instalarea de şemineuri (sobe) de gaze de combustie fără fum**

Dintre sobele antipoluante care sînt în curs de montare în ţările europene şi în alte ţări ale globului, sobele pentru gaze reziduale de combustie, provenind din instalaţiile petrochimice şi chimice, construite de Flaregas Engineering Ltd, West Drayton, Marea Britanie, sînt căptuşite cu Triton Kaowool, un material refractar uşor pe bază de fibre ceramice flexibile, care înlocuieşte materialul refractar obţinut prin turnare. Triton Kaowool este fabricat de către Morganite Ceramic Fibres de Neston în Marea Britanie şi Liége în Belgia. Fibra ceramică protejează pereţii camerei de oţel inoxidabil, în care gazele sînt amestecate cu aer prin injecţie în scopul de a constitui un amestec care să ardă fără fum.

Fibra ceramică are o greutate de zece ori mai mică decît aceea a materialului refractar obţinut prin turnare şi constituie un izolant cu o eficacitate ridicată, grosimea stratului de fibră ceramică putînd ajunge la 38 mm. Fibra ceramică nu se distruge nici prin şocuri mecanice, nici prin vibraţiile care pot surveni în timpul transportului sau montajului, fiind total insensibilă şocurilor termice. Această ultimă proprietate are o importanţă deosebită în cazul sobelor şi cuptoarelor întrucît este imposibil de a înlătura eventualitatea creşterii subite a temperaturii în momentul cînd se aprinde gazul combustibil pentru prima dată.

Una dintre problemele întîlnite în cazul materialelor refractare obţinute prin turnare este tendinţa materialului de a se fisura şi de a cădea sub efectul şocului termic. Acest lucru nu se petrece şi cu fibra ceramică chiar în cazul cînd aceasta este supusă unor condiţii deosebite de lucru, şi anume flacăra se propagă de-a lungul sobei (cuptorului) în scopul de a provoca combustia în camera de amestec.

Triton Kaowool se prezintă în mai multe forme, putînd rezista la temperaturi de lucru în regim continuu de 1260°C. Tipul utilizat pentru sobe (cuptoare) este pîsla umedă; un material care se prezintă sub formă de strat impregnat cu un întăritor. Pe măsură ce stratul se usucă, întăritorul stabilizează suprafaţa materialului, ceea ce îi permite să reziste efectelor vitezei gazului, care, în unele cazuri, poate ajunge la jumătate din viteza sunetului.

Acest material este extrem de flexibil şi se decupează uşor. El se menţine pe pereţi în camera de ardere datorită unor nervuri sudate pe pereţi.

Sobele (cuptoarele) căptuşite în acest fel, pot ajunge la diametre de 255 pînă la 1525 mm.

# DOCUMENTARE

Musin, N.H. ş. a. **Mărirea eficienţei perforării hidroabrazive a sondelor.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 3, mart. 1973, p. 24—27.

Reducerea pierderilor de energie în cadrul operaţiei de perforare hidroabrazivă a sondelor reprezintă una din rezervele principale ale măririi eficienţei procesului de perforare cu jet abraziv şi a calităţii deschiderii stratului productiv (a intervalului perforat).

În lucrare se analizează posibilităţile reducerii pierderilor de energie prin diverse scheme de atacare cu ajutorul duzei hidraulice a zonei despărţitoare (peretele coloanei şi roca), ajungîndu-se la următoarele concluzii:

1) în procesul de perforare cu jet abraziv pierderea de energie este mare datorită reacţiei jetului epuizat;

2) construcţia actuală a perforatoarelor hidraulice cu amplasarea radială a duzelor şi atacarea frontală a zonei despărţitoare nu permit utilizarea eficientă a energiei lichidului hidroabraziv pompat;

3) modificarea unghiului de atac cu duza hidraulică a zonei despărţitoare (schemă de amplasare tangenţială a duzelor în corpul perforatorului) permit eliminarea în momentul iniţial al perforării cu jet abraziv a pierderii de energie provocată de reacţia jetului epuizat, care se scurge tangenţial pe curbura peretelui coloanei, mărind astfel eficienţa pătrunderii jetului activ în zona despărţitoare;

4) pentru a mări viteza de pătrundere în zona despărţitoare trebuie mărită distanţa de la centrul corpului perforatorului la axa duzei orientată tangenţial;

5) metoda de calcul a vitezei jetului hidraulic abraziv pentru diferitele scheme de atacare a zonei despărţitoare prezintă rezultate teoretice comparabile cu parametrii perforării abrazive obţinuţi prin încercările experimentale.

Oganov, K.A. **Cercetarea proceselor de ardere într-un strat saturat cu ţiţei puţin vîscos.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 3, mart. 1973, p. 39—42.

Aburul este un dezlocuitor deosebit de activ al ţiţeiului, dar posibilităţile lui, în cazul injectării de la suprafaţă, fiind limitate de adîncimea la care se află stratul productiv, prezintă importanţă industrială obţinerea lui directă în stratul productiv. De aceea s-a elaborat o metodă combinată de acţionare termică asupra stratului, care utilizează efectul termic al arderii subterane a amestecului de gaze şi aer pentru formarea în strat a aburului şi deplasarea zonei fierbinţi astfel formată cu ajutorul apei reci.

Datorită complexităţii studierii fenomenelor ce se petrec în mediul poros la arderea în el a amestecului de gaze şi aer (amestec de metan şi aer), s-au efectuat cercetări experimentale speciale cu următoarele rezultate:

1) elaborarea tehnologiei şi încercarea procedeului de aprindere a amestecului de gaze şi aer la talpa sondei active cu ajutorul unui mediu poros artificial, realizat în mod special, precum şi deplasarea frontului de ardere în stratul saturat cu ţiţei puţin vîscos;

2) elaborarea şi încercarea unui aprinzător electric special, care asigură aprinderea amestecului de gaze şi aer în mediul poros de la talpa sondei;

3) constatarea continuităţii arderii în strat în perioada opririi injecţiei gazelor de combustie.

*** **Evoluţia viitoare a instalaţiei de foraj.** În: Oil Gas **71**, nr. 11,12 mart. 1973, p. 60.

La un simpozion al Asociaţiei acordanţilor de foraj, din S.U.A. ce a avut loc la Houston (Texas) s-a examinat modul cum va evolua forajul în viitorii zece ani. Se consideră că schimbările ce se vor aduce vor reprezenta o evoluţie şi nu o revoluţie a actualelor metode şi mijloace de lucru. Se vor realiza noi aparate de măsură la suprafaţă ca: indicatoare de cuplu de torsiune la prăjini, vitezometre indicînd viteza de coborîre a prăjinilor, accelerometru destinate să limiteze viteza ascensională a pachetelor de noroi, odometre pentru măsura precisă a lungimii prăjinilor introduse şi extrase etc.

În ceea ce priveşte sistemul de manipulare a noroiului de foraj se vor măsura debitele introduse şi ieşite de la puţ, caracterele reologice şi densitatea, toate acestea în mod continuu. Se va menţine automat constant bilanţul noroiului din sistem.

De asemenea se vor măsura încontinuu parametrii de foraj din gaură de sondă transmiţînd la suprafaţă datele obţinute: presiunea şi temperatura de fund, cuplul şi apăsarea efectivă pe sapă, acceleraţia şi viteza sapei, indicaţii asupra înclinării găurii şi caracteristicile principale ale rocii.

Toate aceste date vor fi introduse în calculatoare amplasate la sondă, a căror programe vor servi la optimizarea forajului.

Se vor folosi din ce în ce mai mult capete hidraulice cu motor în loc de mese rotary şi dispozitive automate de manipulare a prăjinilor în paşi de 27 m. Cu timpul, motoarele de fund vor înlocui în anumite condiţii şi acţionarea prăjinilor prin capete hidraulice cu motor.

Mărirea debitului şi presiunii pompelor va face ca forajul prin eroziune să devină economic. O mare problemă va rămîne instruirea personalului pentru a manipula în mod satisfăcător aceste istalaţii complicate.

Alekseev, M.V. ş.a. **Utilizarea răşinii TSD—9 pentru oprirea manifestărilor deschise de apă.** În: Burenie, nr. 3, mart. 1973, p. 29—31.

Pentru izolarea zonelor formate din roci cu pori fini şi cu manifestări de ape mineralizate sînt necesare amestecurile de obturare, care după greutate specifică şi viscozitate sînt apropiate de cele ale apei şi au durate de priză cuprinse între 1,1 şi 1,5 ore.

Se examinează amestecul pe bază de răşină sintetică TSD—9, formol şi apă sodată în raportul volumetric a acestor componenţi, respectiv de 2 :1 :2. Timpul de priză a unui astfel de amestec se reglează cu adaosuri de sondă calcinată în cantitate de 2—4 % la volumul de apă introdusă.

Se descrie procesul tehnologic de cimentare cu amestecul descris mai sus a zonelor cu manifestări de apă mineralizate. Încercările de schelă a amestecului respectiv s-au efectuat cu succes la trei sonde. Se constată o reducere importantă de ciment şi de alte materiale consumate, precum şi de timp pentru oprirea unor astfel de manifestări.

Peateţki, E.M. ş. a. **Cercetarea cu ajutorul profilometrului a stării găurii de sondă.** În: Burenie, nr. 3, martie, 1973, p. 31—35.

Se examinează problemele exactităţii determinării volumului spaţiului inelar $V_{s.i.}$ al sondelor şi influenţa formei secţiunii sale transversale asupra trecerii prin gaura sondei a aparatelor geofizice. Se analizează rezultatele profilometriei orizontale şi verticale cu ajutorul profilometrilor care permit măsurarea a două diametre reciproc perpendiculare a găurii sondei în locul unuia mediu ca la cavernometrele obişnuite şi a aparatelor de detaliere tip ,,Sprut'' permit determinarea orientării şi a formei secţiunii găurii sondei după opt puncte. Materialele obţinute cu ajutorul aparatelor ,,Sprut'' au permis evaluarea şi compararea exactităţii determinării V s.i . obţinută după datele cavernometriei, care este de ordinul a circa ±10%.

Se analizează cazurile de oprire şi de înţepenire a aparatelor geofizice. Se constată că opririle sînt provocate de pragurile formate prin succedarea secţiunilor transversale cu diferite forme şi dimensiuni. Cît priveşte cauzele înţepenirii aparatelor geofizice, acestea se produc în urma împănării lor în partea îngustă a găurii de cheie, iar împănarea capului de cablu—în canalele tăiate de cablu în rocile moi.

Se recomandă cîteva procedee practice pentru înlesnirea trecerii pînă la talpă a aparatelor geofizice şi pentru evitarea înţepenirii lor la extragere.

Krizmanic, Karlo şi Pericmiroslav. **Influenţa bioxidului de carbon asupra proprietăţilor fluidelor în zăcămînt şi calculul volumului de ţiţei aflat ,,în situ'' în şantierul sandrovac.** În: Nafta, **24**, nr. 1, ian, 1973, p. 9—30.

Se expun proprietăţile esenţiale fizice şi de extracţie, ale unui zăcămînt de ţiţei, cu un conţinut extrem de bogat în bioxid de carbon, ajungînd la unele sonde pînă la 80% din volumul fluidului extras.

Acest fapt influenţează proprietăţile fizice ale fluidelor saturate, necesitînd studiul în laborator al asociaţiei intime între bioxidul de carbon şi parametrii fizici ai fluidelor în mişcare prin porii rocii magazin.

Totodată, autorii expun modul de aplicare a unei metode calitative noi şi foarte eficiente, pentru mărirea factorului final de recuperare a ţiţeiului deplasat prin acţiunea bioxidului de carbon.

Lucrarea este bazată pe determinări complete de laborator asupra eşantioanelor amestecului de fund (coeficientul termic şi volumetric în funcţie de saturaţia în $CO_2$, factorul gazelor intrate în soluţie la presiunea şi temperatura de fund, factorul de compresibilitate, influenţa greutăţii specifice a gazelor şi a viscozităţii, calculul rezervelor în funcţie de permeabilitatea relativă).

Gusman, M. T. **Rezultatele încercării motoarelor elicoidale de fund.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 3, mart. 1973, p. 8—11.

Încă din anul 1966 la VNIIBT (Institutul unional de cercetări ştiinţifice pentru tehnica forajului) s-a abordat problema realizării motorului de fund elicoidal — o maşină cu turaţie redusă şi moment mare. Soluţia s-a găsit în combinarea mecanismelor cu şurub şi cu roţi dinţate, ceea ce a permis transformarea organelor active ale motorului hidraulic volumetric în piese ale unui angrenaj, asigurînd prin asta un raport ridicat de transmitere.

Primele încercări ale noii maşini s-au făcut în anii 1967—68 şi, urmare rezultatelor favorabile, s-au realizat în anii 1969—72 primele 30 de maşini cu diametrul de 172 mm, tipurile D1—170 şi D2—170 şi alte 5 buc.—cu diametrul de 83 mm, tipul D — 83. Motoarele se compun din trei subansambluri: organele active (pereche) — stator elicoidal cauciucat şi rotor elicoidal, reducţie cu două articulaţii universale şi spindlu.

Forajul experimental cu motoarele D1—170 şi D2—170 efectuat în anii 1971—72 la diferite adîncimi, de la 800 pînă la 5 000 m, cu sapele de 190, 214 şi 243 mm cu trei conuri şi duze, şi circulaţie cu diferite fluide, inclusiv apă, cu căderi de presiune de 30—40 kgf/cm², arată performanţe superioare forajului cu masa şi cu turbina, iar simplitatea construcţiei şi numărul redus de piese componente permit uşurarea fabricaţiei şi exploatării în întreprinderile de foraj.

Motorul D—83 realizat pentru reparaţii şi adînciri a sondelor de exploatare s-a încercat la mai multe sonde, dovedind posibilitatea forării cu succes cu sape de diametru mic.

Rezultatele încercărilor permit, în cazul unei utilizări largi a noului motor de fund, obţinerea îmbunătăţirii substanţiale a indicatorilor tehnici şi economici la forajul de adîncime.

Migal, I.G. ş. a. **Perspectivele aplicării metodelor nedistructive de control pentru stabilirea, după starea lor reală, a gradului de utilizare a prăjinilor de foraj.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **51** nr. 3, mart. 1973, p. 17—19.

Experienţa exploatării prăjinilor de foraj cere imperios detectarea defectelor produse atît la fabricaţia lor, cît şi în procesul de utilizare. Controlul trebuie să fie nedistructiv şi total, şi să dea totodată recomandări asupra condiţiilor posibile de utilizare a prăjinilor controlate, astfel ca să permită o creştere a eficienţei lor.

Analizarea amănunţită a metodelor şi mijloacelor existente de control nedistructiv, indică metoda prin ultrasunete, ca fiind cu cele mai mari perspective, deoarece permite detectarea atît a defectelor superficiale, cît şi a celor profunde, oricare ar fi orientarea lor, precum şi măsurarea grosimii produsului controlat. În prezent, datorită lichidelor de contact (apa, uleiul, petrolul lampant etc.), ea permite controlul chiar şi a locurilor greu accesibile.

Din punctul de vedere al controlului cu ultrasunete, toate tipurile de defecte ale prăjinilor de foraj, indiferent de originea lor, se poate clasifica în raport cu orientarea suprafeţei lor, faţă de axa prăjinii, în patru grupe: 1) defecte longitudinale — orientate în lungul axei; 2) defecte transversale — orientate perpendicular pe axă; 3) defecte de grosime de perete; 4) defecte ale îmbinării filetate. Aceasta impune utilizarea unui complex de aparate cu patru canale.

În primă etapă sistemul complexului de mijloace de control nedistructiv trebuie să permită o evaluare cantitativă a defectelor, ceea ce ar constitui mijloace defectometrice. Următoarea etapă — elaborarea criteriilor de rebutare a prăjinilor de foraj. În sfîrșit, ultima etapă — elaborarea unui sistem de clasificare a prăjinilor cu stabilirea anduranței celor fără defecte, bineînțeles în funcție de condițiile de exploatare și a anduranței posibile a celor cu defecte, bazată pe dinamica determinată pentru dezvoltarea unora sau altora din defecte.

În funcție de condițiile de exploatare a prăjinilor de foraj mijloacele de defectoscopie se pot aplica fie la bazele tubulare, fie direct la sonda în foraj în cursul operațiilor de introducere — extragere. În orișice caz, acest control nu poate fi exclus de controlul efectuat la uzină.

În prezent se utilizează în toate regiunile de exploatare a țițeiului defectoscoapele transportabile PDU—1M (55 buc.) și PKDL — 1 (21 buc) pentru controlul la sondă, mai ales a părților îngroșate și filetate ale prăjinilor. De asemenea, modelele experimentale de defectoscoape complexe cu ultrasunete, tip ,,Bur—1" și ,,Karpati" pentru detectarea defectelor și măsurarea grosimii de perete a prăjinilor și burlanelor la bazele tubulare. La unele uzine de tuburi se aplică modelele experimentale de defectoscoape UKT—1A, ,,Dukat, și UNKT—1.

* * * **Turbină de foraj-Neyrfor.** În: Petrole informations nr. 1267, 1973, p. 27.

În Franța o turbină de forare Neyrfor de 127 mm diametru, echipată cu o sapă cu diamant, a atins o adîncime de 6284 m în condiții deosebit de dificile (sondă deviată cu 54° față de verticală, temperatura peste 150°C).

Viteza de forare este de trei ori mai mare decît la procedeul clasic Rotary. De asemenea nu s-a înregistrat nici o rupere a prăjinilor de forare.

B l e a k l e y, W. B. **Reparația sondelor folosind spume în loc de noroi.** În: Oil Gas **71** nr. 11, 12 mart. 1973, p. 97—98.

În Texasul de vest, din cauza presiunii reduse a stratelor, folosirea spumelor stabilizate în loc de noroi de foraj convențional, a dat rezultate foarte bune la reparația și adîncirea sondelor. Se evită astfel pierderea de lichid în formațiune, nemai fiind nevoie de pistonare pentru a repune sonda în producție.

În Texasul de vest, majoritatea sondelor au fost puse în producție cu stratele netubate, după stimularea prin explozii de nitroglicerină. Cu timpul, surpările produse au condus la reducerea importantă a debitelor de producție fiind necesare operații de curățire și adîncime. Folosind spume stabilizate, cu o densitate de 32 kg/m³, operațiile s-au efectuat ușor folosind și sape cu conuri, eliminînd în bune condiții detritusurile și repunînd sonda în producție, fără pistonare.

În bazinele petroliere din Golful Persic este necesară săparea unor sonde de îndesire pentru a exploata porțiunile de strat nedrenate sub influența injecției de apă. Se sapă normal aceste sonde pînă la capacul stratului, se fixează o coloană iar stratul se sapă cu spumă. Sondele sînt lăsate să producă în timpul forării stratului pentru a evita colmatarea formațiunii înlăturîndu-se astfel necesitatea de a pistona pentru punerea sondei în producție.

S-a executat în Texas peste 100 de operații de acest gen la adîncimi de 900—1 800 m. O sondă de țiței a fost reparată cu succes la 3 900 m și una de gaze la 5 100 m. Această sondă numai putea debita gaze, în mod continuu, în rețeaua de colectare la 70 at.

După montarea instalației și extragerea tubingului s-a frezat pacherul, cu spumă, extrăgînd prin circulație 40 kg. de bucăți metalice. Spuma a fost generată cu gaze în loc de aer, pentru a evita exploziile în gaură.

După curățire și circulație, sonda a fost repusă în producție, ea debitînd continuu 7 mil. Nm³/d la 70 at. În timpul operației, stratul a fost lăsat să producă liber, gazele produse fiind arse la batal o dată cu acele provenind din descompunerea spumei.

La sondele care produc țiței parafinos, se poate folosi spumă cu o temperatură de 93°C. Sonde la care stratul este colmatat ca parafină sînt readuse la condiții normale după o circulație de numai două ore.

În cazul sondelor cu nivel static de apă ridicat, se poate totuși stabili circulația de spumă fără a folosi presiuni mari și capacități de comprimare suplimentare. Pentru aceasta se umple spațiul gol din coloană cu spumă pistonînd apa din tubing, adăugîndu-se mereu spumă în coloană. După cîteva pistoane, circulația se stabilește în sensul coloană — tubing, după care se inversează, putînd începe operațiile care nu durează mai mult de 30—40 min.

În ceea ce privește costul folosirii spumei de circulație, s-a constatat că ora — instalației cu spumă este mai mare ca aceea a unei instalații convenționale. În schimb, durata operațiilor este mult redusă, ceea ce conduce la un bilanț avantajos.

Se dau cîteva exemple de modul cum s-a efectuat o serie de reparații de sonde.

L e y e n d e c k e r E.A. **Noroaie pentru tratarea sondelor în producție și noroaie pentru packere la sondele de mare adîncime cu gaze acide.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 2, febr. 1973, p. 65—68.

Noroaiele pentru tratarea sondelor în producție și cele pentru packere nu pot fi tratate continuu, așa cum se procedează la foraj. Rămînînd timp îndelungat în sondă aceste noroaie sînt expuse la modificări ale proprietăților lor chimice și fizice.

La sondele de mare adîncime se întîlnesc temperaturi ridicate și deseori $H_2S$ și $CO_2$. De aceea este important să se cunoască acțiunea acestor gaze în noroaiele pe bază de apă și în cele pe bază de produse petroliere pentru a reduce efectele lor dăunătoare. În primul rînd aceste noroaie trebuie să fie termostabile, să permită eliberarea ușoară a packerelor, să nu aibă efecte dăunătoare asupra zăcămintelor și să asigure o suficientă protecție contra coroziunii. Se arată efectele gazelor acide asupra noroiului și solubilitatea mare a $H_2S$ și $CO_2$ în noroi. Cea mai bună comportare o prezintă noroaiele pe bază de produse petroliere.

Succint se descrie, pentru exemplificare, modul de tratare a sondei de gaze acide Schönkirchen Tief 32, avînd adîncimea finală de 6 009 m, temperatura la talpă 160°, presiunea după tratarea zăcămîntului 430 at și conținut mare de $H_2S$ și $CO_2$. Zona productivă a acestei sonde a fost în intervalul de la 4 835 la 5260 m. La tratarea sondei s-a folosit noroi pe bază de motorină.

M a c k e l, A. **Desulfurarea gazelor naturale în instalația de tratare a gazelor de la Aderklaa.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 2, febr. 1973, p. 60—64.

Pentru desulfurarea gazelor naturale acide exploatate din dolomitele mezozoice de la Aderklaa, soc. OMV—AG (Oesterreichische Mineralölverwaltung AG) a construit în 1961 la Aderklaa o instalație cu o capacitate inițială de tratare de 1 mil. Nm³/zi gaze naturale, conținînd pînă la 2,1% gaze acide ($H_2S$ și $CO_2$).

Instalațiile de la Aderklaa au fost extinse în 1966 dublînd capacitatea de tratare. O ultimă mărire a instalațiilor s-a găsit necesară în 1968, după descoperirea cîmpului de gaze acide de la Schönkirchen Tief. Această nouă extindere a avut în vedere compoziția gazelor de la Schönkirchen Tief, care conțin un procent de pînă la 17% gaze acide ($H_2S$ și $CO_2$). Cu ocazia acestei ultime extinderi s-a schimbat în procesul de desulfurare mijlocul de spălare, trecîndu-se de la folosirea unei soluții de 15% monoetanolamină (MEA) la o soluție de 25% dietanolamină (DEA). Se arată diferența dintre procedeul de spălare cu MEA și spălare cu DEA și se explică avantajele acestuia din urmă pentru desulfurarea gazelor foarte acide.

M o r i t z, J. **Exploatarea gazelor acide la ÖMV—AG.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 2, febr. 1973, p. 56—60.

Societatea ,,Osterreichische Mineralöl Verwaltung AG" a descoperit în Bazinul Vienei în jurul anului 1950 gaze roturale în zăcăminte de vîrstă mezozoică. Aceste faze conțin $H_2S$ și $CO_2$ în procentaje foarte diferite. Astfel, gazele de

la Aderklaa conţin $H_2S$ în procentaje variind între 0,3—3,0% şi $CO_2$ în procentaje de 1,1—3,4%. În cîmpul de la Schönkirchen Tief coţinutul de $H_2S$ variază între 0,04—1,8% şi cel de $CO_2$ între 2,5—15%.

Descoperirea zăcămintelor de gaze naturale acide în Bazinul Vienei a avut ca urmare o intensă activitate de foraj. În 1967 s-a început forarea sondei Schönkirchen Tief T 32, care după 380 zile a atins adîncimea finală de 6 009 m, rămînînd pînă astăzi cea mai adîncă sondă din Austria. În acest şantier intervalul productiv se găseşte între 4 800 şi 5 600 m adîncime, la o presiune de 600 at şi la 160°C temperatură. Condensatul conţine parafină cu punct de congelare la 20°C. Producţia pe sondă în această regiune ajunge pînă la 1 mil. $Nm^3$/zi.

Se arată sistemul de exploatare a sondelor, modul de combatere a efectelor coroziunii fisurante şi echipamentele de fund şi de suprafaţă.

Schönkirchen Tief este socotită astăzi cea mai adîncă regiune cu zăcăminte de gaze din Europa.

Bleakley, W. B. **Rezultatele unui proces de spălare producînd 7500 $m^3$/d.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 8, 19 febr. 1973, 90—97.

Şantierul Rangely, din comitatul Rio Blanco (Colorado SUA) a fost descoperit în 1933, dar din lipsă de mijloace de evacuare a producţiei el nu s-a dezvoltat decît zece ani mai tîrziu, în timpul celui de al 2-lea război mondial. Formaţiunea petroliferă era stimulată prin explozii de nitroglicerină în gaură netubată. Sondele la început eruptive, au trecut repede în pompaj. Structura se prezintă ca un anticlinal asimetric 19 × 8 km, cu un ax NV—SE alcătuit dintr-o succesiune de 30 nisipuri intercalate cu şisturi marnoase, pe o grosime de 360 m. Grosimea efectivă de nisip productivă este de 33 m. Presiunea iniţială de strat a fost de 192 at, iar stratul are următoarele caracteristici: porozitate 15%, saturaţie iniţială în apă, 27,5%, permeabilitate 25 mD. Pe o suprafaţă de circa 8 000 ha, rezervele geologice iniţiale s-au estimat la 300 mil. $m^3$.

Pentru o exploatare raţională prin metode secundare a acestei structuri, s-a procedat la unitizarea şantierului, principalul operator fiind Chevron Oil Co. S-a încercat simultan efectul a două procese pilot: în anul 1958, pe flancul de nord s-a început o injecţie conturală prin 10 sonde, iar pe flancul estic, tot prin zece sonde s-a început injecţia în două gabarite în cinci puncte. Injecţia conturală dînd rezultate bune s-a extins pe flancurile de V, S—V şi S. Temîndu-se însă de o deplasare a ţiţeiului spre capul de gaze, unde ar fi fost definitiv pierdut, în anul 1952 s-a iniţiat o injecţie de apă pe creasta anticlinalului.

În 1968 s-a constatat că efectul injecţiei era în scădere, presiunea de strat scăzînd în şantier, injecţia de apă neinfluenţînd decît zona marginală a structurii, întrucît cantitatea de apă injectată nu compensa cantitatea de ţiţei extras.

Pentru a rezolva aceste dificultăţi tehnice s-a creat un model al injecţiei conturale pentru a vedea cum poate influenţa zona interioară a structurii.

S-a constatat că pentru această zonă era indicată o injecţie printr-un gabarit în cinci puncte. În anul 1969 s-a început conversiunea sondelor în acest scop formînd 40 de panouri în cinci puncte. Aceasta a ridicat producţia la 2 000 $m^3$/d faţă de 480 $m^3$/d înainte

Creşterea producţiei a obligat însă la o mărire a capacităţii de pompare a sondelor. Astfel în 1972 s-au mai instalat 51 pompe centrifugale de fund în total fiind în funcţie 125.

Restul sondelor utilizează unităţi de pompare cu balansier, din care unele cu cursă foarte mare. De asemenea, a trebuit mărită capacitatea de injecţie de apă în aceste gabarite la 20 000 $m^3$/d. Producţia totală de ţiţei a ajuns la 7500 $m^3$/d la sfîrşitul anului 1972, faţă de 4100 $m^3$/d în 1970.

Studiile au arătat de asemenea, că trebuia îndesit gabaritul de sonde, pentru a reduce zona aferentă fiecărei sonde de reacţie la 8 ha. Pînă la sfîrşitul anului 1972 s-au săpat astfel 108 sonde de îndesire. De asemenea în acelaşi an, s-a făcut un experiment pilot de injecţie alternativă de dopuri de gaze şi apă, pentru a ridica prin injecţia de gaze, performanţele spălării cu apă. Rezultatele nu sînt încă cunoscute.

Pentru a mări eficienţa sondelor în pompaj, s-a efectuat o serie de lucrări ca: 1—realizarea unui program de înlocuire a prăjinilor de pompare pe baza analizei frecvenţei ruperilor; 2 — studierea diametrelor necesare de pistoane, pentru a reduce tensiunile din garnituri; 3 — combaterea coroziunii printr-un program de folosire a înhibitorilor în întreg şantierul; 4 — urmărirea comportării pompelor centrifugale de fund a căror durată medie de funcţionare a fost mărită de la 210 zile 1971 la 250 zile. Se studiază aplicarea pe scară largă a garniturilor continue de prăjini de pompare. Toate sondele noi au fost echipate cu astfel de garnituri.

Concomitent a fost necesară mărirea staţiei de tratare a apei de injecţie

În prezent, cantitatea de apă produsă ce trebuie tratată se ridică la 16 000 $m^3$/d, urmînd să crească la 32 000 $m^3$/d în 1985. Apa suplimentară necesară se ia din rîul White care are ape foarte încărcate de mîl, dar prin tratare, turbiditatea sa se reduce la 1 p.p.m. (32000 $m^3$/d).

Instalaţia originală era concepută cu cîte un singur element pentru fiecare etapă de tratare, în caz de defectare scoate din funcţie întreaga instalaţie (rezervă de apă tratată de numai 14 h).

Etapele de tratare erau următoarele: 1 — un decantor pentru ţiţeiul antrenat de apă (800 $m^3$); 2— două vase de aerare a apei (a cîte 180 $m^3$) pentru a elimina urmele de $H_2S$ din apa produsă; 3 — în acest punct apa de sonde se amestecă cu apa de rîu (după decantarea acesteia) şi cantitatea totală de apă era trecută într-o instalaţie de clasificare (40 000 $m^3$/d); 4 — o filtrare în filtre cu antracit şi depozitarea într-un vas tampon de 3200 $m^3$. Pentru a preveni coroziunea produsă de oxigen şi clor se adaugă fosfaţi bimetalici pentru distrugerea bacteriilor şi algelor.

Instalaţia mărită are toate etapele de tratare prevăzute cu elemente de rezervă (două decantoare de 3200 $m^3$, un aerator suplimentar de 800 $m^3$, un nou clarificator, o a doua baterie de filtre).

S-a mărit şi capacitatea pompelor de injecţie la 46000 $m^3$/d.

Se consideră că în condiţiile actuale, viaţa productivă a şantierului Rangely va mai dura circa 35—50 ani.

De Vries, D. **Comanda electro-hidraulică a prevenitoarelor în ape adînci** În: Oil Gas. **70**, nr. 47, 20 noiemb. 1972. p. 78—80.

În cazul cînd prevenitoarele de foraj instalate pe fundul mării, se află la o adîncime prea mare de 600 m, comenzile hidraulice acţionează într-un timp prea mare. În aceste condiţii devine şi foarte grea stocarea şi manevrarea fasciculului de furtune de comandă. De aceea, în astfel de situaţii, se preferă o comandă electro-hidraulică. În acest caz, comenzile, se transmit electric, acţionarea prevenitoarelor făcîndu-se însă hidraulic cu ajutorul unui fluid de acţionare stocat în rezervoare amplasate pe fund, lîngă prevenitoare. Comunicaţia între postul de control şi prevenitoare se face în acest caz printr-un simplu cablu electric polifilar, avînd ca miez un singur furtun care serveşte la reîncărcarea rezervorului submarin cu fluid de acţionare. Se foloseşte curent continuu cu tensiuni variind după caz de la 12 la 120 V. În lucrare se arată în detaliu sistemul de comandă folosit.

* * * **Un mare şantier gazeifer în Golful Persic.** În: Oil Gas **71**, nr. 9, 26 febr. 1973 p. 3

Arabian Oil Co. (cu capital japonez) se pare că a descoperit un foarte mare şantier gazeifer, pe structura Dorra din Golful Persic, unde s-au găsit rezerve importante de gaze în formaţiunea Ratawi. O a treia sondă de extindere a fost recent completată şi se formează o a patra. Se pare că această structură este una din cele mai mari din Orientul Mijlociu asemănîndu-se cu marile şantiere gazeifere de la Groningen (Olanda) şi Hassi R' Mel (Algeria). Producţia sa potenţială a fost indicată a fi de 10 mil. t. de gaz natural lichefiat, ceea ce echivalează cu o producţie de gaze de 15 mrd $Nm^3$/d

* * * **Producţia continentală a R. P. Chineză.** În Oil Gas **71** nr. 9, 26 febr. 1973, p. 28—29.

Producţia chineză de ţiţei a crescut în 1972 cu 16% faţă de 1971, cifră însă mai mică decît media anuală de creştere de 30% din anii 1966—70. Se estimează producţia actuală

la 100 000 m³/d. În 1972 metrajul forajului a depășit planul stabilit, mai ales în marele șantier Taching (bazinul Sungliao din Manciuria). S-a construit o nouă conductă în lungime de 1 200 km din acest șantier spre golful Liaotung care transportă țițeiul parafinos cu conținut redus (0,1%) de sulf. Conducta este destinată exportului de țiței spre Japonia (6 400 m³/d). Explorările se continuă în vechea regiune petrolieră Yumen și în îndepărtatul bazin Tsaidam, unde s-au construit două rafinării (cea mai importantă este acea de la Lenghu, în partea de N-V a bazinului) deservind nevoile locale. Dat fiind depărtarea și altitudinea (3000 m) nu s-au construit încă conducte de transport spre exteriorul bazinului.

Stone, D.G. **Prelucrarea datelor seismice pe teren cu ajutorul unui minicalculator.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 9, 26 febr. 1973, p. 88—89.

Prelucrarea cifrică a datelor seismice a condus la o mare concentrare a prelucrării și interpretării lor. Obținerea datelor seismice a rămas pînă acum oarecum separată de celelalte funcțiuni. Însă între momentul obținerii datelor, în regiuni îndepărtate, prelucrarea și interpretarea lor la centre, se scurge un interval de timp inadmisibil de lung, dăunător continuării lucrărilor. De aceea, pentru a înlătura această dificultate din ce în ce mai mult, în zone îndepărtate (Arctica, zone deșertice și tropicale) se prelucrează pe loc datele cu ajutorul unor microcalculatoare. Ansamblul necesar este compact, rezistent și în stare să aplice toate procesele de prelucrare folosite în centralele mari de calcul. O echipă de trei oameni lucrînd la calculator poate deservi o echipă seismică și cu o mărire a personalului, lucrînd în trei schimburi, el poate asigura prelucrarea datelor furnizate de mai multe echipe seismice. Greutatea unui minicalculator este de numai 1 500 kg (față de 7 000 kg cît are un calculator normal), iar puterea necesară de numai 6,25 KVA (față de 32,3 KVA). Vitezele de lucru sînt comparabile. Folosirea minicalculatoarelor, pe locație, este indicată mai ales folositoare cînd se aplică programe experimentale, ca: profile de viteză, de răspîndire a undelor sonore etc. Putîndu-se face imediat interpretarea datelor obținute, se poate optimiza obținerea lor și verifica echipamentul. Un astfel de calculator se află deja în funcțiune în Arctica Canadiană pe insula King Christian. Altele lucrează în deșertul Arabiei și în jungla tropicală africană.

* * * **Guvernul norvegian aprobă proiectele de construire a conductelor de evacuare a producției din șantierul marin Ekofisk.** În: Oil Gas J. **71** nr. 11, 12 mart. 1973 p. 51.

Pentru evacuarea producției marelui șantier Ekofisk situat în zona norvegiană a Mării Nordului, societatea operatoare Phillips a întocmit proiectul unei conducte de țiței, ce leagă șantierul de localitatea Teesside de pe coasta engleză și a unei conducte de gaze spre portul vest — german Emden. Conductele urmează a fi proprietatea, în părți egale, a grupului exploatator și a statului norvegian.

Nu s-au putut realiza conducte de evacuare de la Ekofisk spre coasta norvegiană, din cauza existenței unei fose marine foarte adînci (peste 600 m) care împiedică pozarea conductelor în condițiile actuale ale tehnicii.

Parlamentul norvegian a aprobat proiectele după aplanarea unor dificultăți referitoare la repartiția voturilor din consiliul de administrație. Băncile americane au refuzat să acorde creditele necesare în cazul cînd conductele s-ar afla sub controlul statului norvegian.

* * * **Dezvoltarea șantierului petrolifer Emba (U.R.S.S.).** În: Oil Gas J. **71**, nr. 11, 12 mart. 1973 p. 51.

Șantierul Emba din Kazahstan (U.R.S.S.) a fost descoperit în 1899. Producția sa care era în 1917 de 816 m³/d (adîncim de circa 570 m) a crescut la 2 240 m³/d în 1940 și 8 640 m³/d în 1970. Noi sonde de explorare în adîncime, au intrat în producție cu un debit de 20 m³/d de la 4 500 m. O altă serie de sonde au găsit, de asemenea, țiței și gaze la adîncimi de 4 200—4 500 m, în lungul rîului Emba, la nord de Marea Caspică. Cu ajutorul acestor noi descoperiri se consideră că producția șantierului va atinge în cursul anului 1973 o producție de circa 10 000 m³/d.

* * * **Realizările făcute pentru completarea sondelor submarine.** În: Petroleum Review, **29**, nr. 313, ian. 1973, p. 28.

Prima instalație pentru completarea sondelor submarine, fixată pe fundul mării, a fost realizată de firma Lockheed Petroleum Service, în colaborare cu societatea Shell Oil, destinată exploatării sondelor din Marea Nordului. Prototipul a fost experimentat la o sondă marină a societății Shell, din Golful Mexic (180 km sud de New Orleans), unde se află deja în funcțiune, în apă adîncă de 113 m.

Instalația este realizată sub forma unei capsule de oțel în care pot opera pînă la patru lucrători, în condiții de mediu uscat umplut cu aer la presiunea normală de o atmosferă. Capsula se coboară pe fundul mării cu o navă de serviciu și se așează etanș pe o cameră a capului de sondă, instalată anterior și racordată la robinetul principal al capului de sondă. În interiorul camerii capului de sondă, cu diametrul de 3 m și înălțimea de 9 m, se instalează capul de erupție cu dimensiuni normale și se racordează la conducta de erupție. Această primă fază a fost pusă la punct, în vara anului 1972, iar în 1974 se va realiza proiectul fazei a doua, prin instalarea pe fundul mării a unei camere centrale de oțel, pentru colectarea erupției de la mai multe sonde. Faza a treia, de asemenea programată pentru anul 1974, va realiza proiectul unei stații de producție submarină, care separă și evacuează separat cele trei produse: țițeiul, gazele și apa de zăcămînt.

* * * **Nou zăcămînt de petrol descoperit în Australia.** În: Petroleum Press Service, **XL**, nr. 3, 1973, p. 108.

Grupul Woodside-Burmah Oil care a descoperit pînă în prezent șase zăcăminte importante de gaze naturale pe platforma continentală de nord-est a descoperit și un zăcămînt de petrol. A treia sondă de evaluare din zona zăcămîntului Goodwyn a produs petrol de 41,7 °API, 350 t/zi, printr-o duză de suprafață de 12,5 mm diametru, în cursul încercărilor de forare la o adîncime între 2 990 și 3 000 m și 75 600 m³/zi gaze naturale.

Valoarea producției de petrol este considerată ca fiind cea mai ridicată față de toate încercările de foraj din Australia, Goodwyn 3, este a patra descoperire pe platforma continentală de la începutul forării din 1968. Prima a fost Legendre 1 în anul 1968 care a dat în timpul încercărilor 140 t/zi, a doua a fost Rankin 1, în anul 1971, care a dat 200 t/zi petrol de 40° API și 290 000 m³/zi gaze naturale iar a treia a fost Eaglehak, la începutul acestui an care a dat în timpul încercărilor 220 t/zi petrol de 29,3° API.

Această descoperire face să se presupună că în platforma continentală de nord-est există un zăcămînt de petrol care va fi comercializat.

* * * **Nou zăcămînt de petrol în Marea Nordului.** În: Petroleum Press Service, **XL**, nr. 3, 1973, p. 104.

În zona britanică a Mării Nordului s-a descoperit un nou zăcămînt submarin de petrol, denumit Maureen, la circa 270 km la est-nord-est de Aberdeen, la o adîncime a apei de circa 100 m. În timpul încercărilor de lungă durată la sonda IX s-a obținut petrol de 36° API, cu un debit de 500 t/zi.

Zăcămîntul Maureen se găsește la circa 60 km la nord-est de zăcămîntul Forties și la circa 90 km sud-est de zăcămîntul Piper.

Cifrele comunicate de Institutul petrolului din Londra arată că în luna ianuarie 1973, s-au efectuat 21 de descoperiri de zăcăminte (petrol și gaze) în Marea Nordului, în sectorul britanic, dintr-un total de 430 sonde forate.

* * * **Producţia mondială de ţiţei a crescut în 1972 cu 5,3%.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 8, 19. febr. 1973, p. 40—42.

În anul 1972 producţia mondială de ţiţei a atins cifra de 8 042 088 m³/d adică o creştere de 5,3% faţă de 1971 (cca. 400 000 m³/d în plus). În luna decembrie 1972, producţia a atins un nivel record de 8 437 590 m³/d. Producţia ţărilor capitaliste, inclusiv S.U.A. a fost de 6 690 000 m³/d, înregistrînd o creştere de 5,2% cu toate că producţia S.U.A. a marcat un declin de 0,7% reprezentînd 1 500 000 m³/d. Restul ţărilor capitaliste au înregistrat o creştere de 7,1% (5 190 000 m³/d). Producţia U.R.S.S. a crescut în acest an cu 6% atingînd 1 250 000 m³/d. Ţinînd cont şi de producţia Chinei, ţările socialiste au produs 1 390 000 m³/d.

Producţia mondială, în cursul anului 1972, a avut următoarea evoluţie :

— media pe ianuarie a fost de 7,94 mil. m³/d, scăzînd în perioada mai-iulie la 7,68 mil. m³/d (greve în zona asiatică a Pacificului : Japonia şi Australia), dar în lunile următoare, producţia a crescut mult, restabilind media anuală la cifra indicată mai sus.

Producţia din zona Golfului Persic, prin dezvoltarea mijloacelor de producţie şi a terminalelor de export, a crescut cu 10,7% la 2,88 mil. m³ (58% din producţia ţărilor capitaliste, exclusiv S.U.A.). Arabia Saudită, a treia ţară producătoare de ţiţei din lume (după S.U.A. şi U.R.S.S.) a avut o producţie medie de 1,05 mil. m³/d. Producţia Iranului a crescut cu 10,7% atingînd o medie de 796 000 m³/d. Producţia din Irak a scăzut cu 15,5% la 230 000 m³/d (reducere de producţie în urma naţionalizării regiunii Kirkuk, compensată parţial prin creşterea producţiei în zona Rumaila de nord).

Producţia Africii a înregistrat un uşor declin, ajungînd la o medie de 900 000 m³/d (creşteri în Algeria şi Nigeria, dar o scădere importantă în Libia). Creşterea cea mai importantă s-a înregistrat în Nigeria : 18,7% (289 000 m³/d). În Egipt, marile şantiere El Alamein şi El Morgan au înregistrat declinuri, necompensate de punerea în valoare a două mici şantiere, ceea ce a făcut ca producţia medie să fie de 34100 m³/d. În restul Africii s-au înregistrat creşteri de producţie în Cabinda (Angola), Gabon, Africa de S—V, Republica populară Congo.

Atît Indonezia, cît şi Australia au avut creşteri de producţie : Indonezia atingînd 1 685 500 m³/d şi Australia 69 888 m³/d.

Producţia Europei a crescut la 59 400 m³/d, intrînd în producţie exploatările marine norvegiene şi danceze.

Declinul înregistrat în 1971 de producţia din Venezuela s-a accentuat în 1972, cînd producţia medie a fost de 511 000 m³/d. Cu toată creşterea producţiei din Argentina, Trinidad şi Ecuador, scăderea generală a producţiei Americii Latine a fost de 1,8%.

În Canada, producţia a crescut cu 12,4% respectiv la 241 000 m³/d.

Ogan, S. W. şi Sellers, J. R. **Colectarea simultană a ţiţeiului şi apei într-un şantier.** În : Oil Gas J. **71**, nr. 8, 19 febr. 1973, 98—102.

În şantierul Kingfisher, de lîngă oraşul Loyal (Oklahoma S.U.A.) operează pe un număr mare de concesiuni, numeroşi operatori. Aceasta face că fiecare operator în parte nu găsea o justificare economică la construirea unei conducte individuale de evacuare a apei sărate, aceasta făcîndu-se cu cisterna. Pentru a rezolva această problemă, s-a luat iniţiativa evacuării în comun, de pe 50 de concesiuni a ţiţeiului şi apei, însumînd 640 m³/d ţiţei şi 240 m³/d apă, spre un punct central de separaţie, unde apa sărată decantată este injectată într-o sondă.

Acest nou sistem s-a făcut cu modificări minime a instalaţiilor existente. Pe fiecare concesiune, ţiţeiul este desemulsionat şi separat de apa care se depozitează în rezervoare separate. Aceasta este necesar întrucît în prezent nu există contoare care, în mod curent, să măsoare cu suficientă precizie ţiţeiul dintr-un amestec de ţiţei şi apă.

Pe aceste concesiuni, ţiţeiul este, în general măsurat manual în rezervoare, şi numai arareori trece printr-un sistem automat, gen LACT. De asemenea, apa este măsurată la rezervor sau cu un contor tip apometru (cu palete). Ambele lichide sînt injectate în conducte, simultan sau separat. La Loyal, punctul central de colectare, apa se separă uşor de ţiţei. Aceasta se datoreşte faptului că emulsiile fine fuseseră deja sparte (în instalaţiile din concesiuni), că turbulenţa la transport pe conductă este mică (presiunea nedepăşind 35 at), iar lichidele au densităţi foarte diferite (ţiţei 0,82, apă sărată 1,1). Aceasta face ca în timpul transportului să nu se formeze emulsii. Separaţia se face într-un decantor — separator orizontal, cu un timp de şedere de 5 min (amestec 50% × 50% la 4°C). La nevoie, decantorul poate fi încălzit printr-un dispozitiv cu flacără directă.

După decantare, apa sărată trece într-un vas tampon, şi apoi este injectată într-o sondă de evacuare.

La dimensionarea sistemului, dat fiind că nu se putea face o programare a evacuărilor în timp a apei şi ţiţeiului, s-a recurs la un program de calculator pentru a face faţă condiţiilor celor mai defavorabile. Nu a fost necesar să se realizeze decît modificări minore la sistemul de transport.

Problema coroziunii pe conductă nu a putut încă fi rezolvată satisfăcător întrucît se pompează ape sărate cu compoziţii diferite, iar raportul ţiţei/apă sărată este foarte variabil în timp. De asemenea, sînt porţiuni de conductă unde apa sărată poate staţiona timp îndelungat. Cu ajutorul organizaţiei Tretolite se fac cercetări pentru a vedea care este cel mai bun inhibitor (încercări cu cupoane de sacrificiu).

De obicei, inhibitorul este pur şi simplu turnat cu găleata în rezervorul de apă sărată care se evacuează.

Van den Bussche, H. K. J. **Aparat de curăţire a uleiului răspîndit în ape interioare.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 8, 19 febr. 1973, 108—110.

Soc. Shell, la laboratoarele ei din Rijswijk (Olanda) a pus la punct un sistem de curăţire a uleiurilor răspîndite pe ape interioare sau mici golfuri, adică în ape cu valuri cu înălţimi mici.

Principiul de funcţionare este absorbţia uleiurilor printr-o substanţă poroasă sub forma unei curele fără sfîrşit care este stoarsă de lichidul absorbit între nişte role, acesta fiind colectat şi evacuat.

Condiţiile ce trebuie să le îndeplinească cureaua absorbantă sînt : 1) să fie udată preferenţial de ţiţei, chiar în prezenţa apei, pentru ca acesta să fie absorbit prin capilaritate ; 2) să plutească pe apă şi, deci, să aibă o densitate mai mică de 1 kgf/dm³ ; 3) să fie suficient de durabilă şi rezilientă pentru a putea suporta numeroase operaţii de stoarcere ; 4) să aibă o porozitate mare pentru a putea absorbi mult ţiţei ; 5) să aibă o permeabilitate suficient de mare pentru ca operaţiile de absorbţie şi stoarcere să fie destul de rapide, dar nu prea mare pentru a permite uleiului să se scurgă din curea cînd ea este ridicată spre vas de la suprafaţa apei ; 6) să fie suficient de flexibilă şi rezistentă.

Această curea s-a realizat din lînă de polipropilenă, formînd un ţesut pluşat. S-au încercat diferite profile ale curelii găsindu-se că forma plată era cea mai favorabilă.

S-a făcut o primă încercare-pilot, într-un bazin circular, cu o curea continuă de 20 m, lată de 30 cm. S-a găsit că cu un ţiţei cu viscozitate redusă, capacitatea de colectare era de 55 dm³/min. Timp de 120 h cureaua a fost stoarsă de 10 000 ori fără a suferi stricăciuni însemnate.

O încercare industrială cu o curea de 50 m, circulînd cu o viteză de 0,5 m/s (în portul petrolier Pernis) a colectat în medie 70 dm³/min.

În timpul acestor probe cureaua era circulată, aplicată cu latul pe apă. S-a găsit că dacă i se aplică o răsucire, se colectează o cantitate dublă de ţiţei, cu jumătate cantitate de apă.

Metoda este aplicabilă unor produse cu o viscozitate mai mică de 300 cSt. La valori mai mari, absorbţia este prea înceată şi presiunea la rolele de stoarcere, prea mare.

O altă limitare se datoreşte tensiunii interfaciale ulei/apă. De aceea în apropierea punctului de funcţionare a curelei, nu trebuie răspîndite substanţe dispersate.

Aparatul se compune dintr-o unitate plutitoare (din tablă de aluminiu), autopropulsată şi prevăzută cu dispozitiv de dirijare (cîrma). Pe bord se află rolele de stoarcere a curelei,

care produc și antrenarea acesteia, un compresor de aer pentru evacuarea produsului și un generator diesel — electric furnizînd energia necesară. Rolele de stoarcere constau din două statoare rotative a unor motoare a căror rotoare sînt menținute fixe. Punctul de susținere și rotire exterior al curelei constă dintr-o rolă dispusă pe o mică geamandură ancorată în punctul dorit. Tensiunea necesară curelii este asigurată prin îndepărtarea unității plutitoare mobile de geamandura ancorată.

Prohaska, Boris. **Tehnologia prelucrării țițeiului cu privire speciale asupra folosirii hidrogenului.** În: Nafta, **24**, nr. 1, ian. 1973, p. 31—39.

Se prezintă tehnologia diferitelor procese de hidrogenare aplicate la prelucrarea țițeiului în rafinării, expunîndu-se nomenclatura și influența factorilor de bază, asupra utilajelor folosite în acest scop.

Printre problemele deosebit de importante care sînt relevate, este și aceea a rentabilității, ținînd seama atît de investițiile reclamate de aceste procedee speciale, cît și de cheltuielile de operare, luîndu-se în considerare prețul hidrogenului, condițiile de fabricație și costul materialelor de construcție.

Autorul tratează aplicațiile recente ale hidrogenului în rafinăriile de petrol și scoate în evidență proporția în care operația de hidrogenare este folosită actualmente, atît pe plan mondial, cît și în Iugoslavia, ea fiind în continuă creștere în ultimii 20 de ani. În același timp, se remarcă adîncirea procedeului de hidrogenare prin creșterea continuă a presiunii la care se desfășoară procesul de reformare catalitică, ceea ce a atras după sine creșterea direct proporțională a cheltuielilor de investiție pentru instalații cu creșterea presiunii de reacție.

* * * **Creșterea capacității de rafinare în Polonia.** În Petroleum Press Service **XL**, nr. 3, 1973, p. 111.

În Polonia, se are în vedere un vast program al expansiunii capacității de rafinare a țării, care va crește de la 10 mil. t, în anul 1972, la 14 mil. t în anul 1975, la 30 mil. t în anul 1980 și la 50—60 mil. t în anul 1990.

Singura rafinărie importantă a țării, cea de la Plock, situată în centrul Poloniei, pe traseul conductei Drujba, are o capacitate de aproape 10 mil. t/an care ar putea fi mărită; celelalte patru rafinării existente au o capacitate mai mică.

Se proiectează construirea a noi rafinării la Gdansk pe coasta Mării Baltice; la Blachownia Slaska și la Tarnow, în sud și probabil la Poznan. Rafinăria de la Gdansk va avea o capacitate inițială de 3 mil. t/an, cea de la Blachownia Slaska o capacitate inițială tot de 3 mil. t/an care urmează a fi dublată.

Capacitatea de transport a conductei Drujba, prin care se aduce petrol din U.R.S.S. a fost dublată. Conducta va fi probabil racordată la rafinăriile proiectate. Rafinăria de la Gdansk va fi aprovizionată cu petrol din occident și în acest scop portul Gdansk va fi amenajat.

Producția de petrol a Poloniei este în prezent de 400 000 t/an.

Craft, C. **Detectarea directă a hidrocarburilor prin metode geofizice.** În: Oil Gas J., **71**, 8, 19 febr. 1973.

Detectarea directă a hidrocarburilor, a gazelor sau a țițeiului, a fost un țel dorit de geofizicieni încă de la primele experimentări seismice în anul 1920.

Pînă în prezent seismograful nu a măsurat direct nici o proprietate a țițeiului sau gazelor, dar s-a bazat pe ceea ce geofizicienii numesc coeficient de reflecție cauzat de diferența în importanță acustică între stratele de roci adiacente.

Coeficientul de reflecție este raportul între semnalul reflectat și semnalul incident.

Mărimea coeficientului de reflecție este determinată de impedanțele acustice respective care sînt produsul densității mediului prin viteza de propagare a undei de presiune în mediu. Formula este următoarea:

$$\frac{A_r}{A_i} = \frac{v_2 d_2 - v_1 d_1}{v_2 d_2 + v_1 d_1}$$

Considerînd valorile normal întîlnite se poate deduce că semnalul seismic în regiunile saturate cu gaze ar trebui să fie de 3—4 ori mai puternic decît amplitudinea semnalului acustic în zona saturată cu apă. Diferențele între zona saturată cu apă și cea saturată cu țiței sînt mai mici dar, totuși, însemnate.

De asemenea, grosimea stratului acvifer joacă un rol important.

Pentru aplicarea tehnicii preconizate este însă necesar să se construiască aparate seismice mult mai perfecționate.

* * * **Izolarea cu poliuretan și monolar.** În: Pétrole informations, nr. 1265, 1973, p. 25.

Metodele de izolare a rezervoarelor criogenice și a celor de gaze lichefiate cunoscute pînă în prezent sînt:
— izolarea clasică prin materiale izolante prin panouri lipite de rezervor și îmbinate cu un liant etanș la vaporii de apă;
— izolare pulverulentă între doi pereți metalici;
— izolare din poliuretan turnat între tabla rezervorului și o tablă de cofraj galvanizată.

Există, de asemenea, o izolație dintr-un strat de poliuretan proiectată direct pe rezervor într-un strat de grosimea dorită și acoperită cu un chit de etanșare alb incombustibil și suficient de suplu pentru a nu mai fi nevoie să se încorporeze o pînză de armare.

În prezent se fabrică rășini poliuretanice sub formă de spumă rigidă cu un coeficient bun de conductibilitate și stabilitate dimensională, dintre care unele pot suporta temperaturi apropiate de 0°C. Proiectarea poliuretanului permitea realizarea unei izolații fără îmbinări care acoperă toate suporturile, trecerile țevilor, nervurile de întărire etc. Un alt avantaj este acela că efectuarea acestei operații este foarte rapidă.

Folosind acest procedeu se obține un chit care formează un ecran contra vaporilor, rezistent și incombustibil pe bază de Hypalon, care poate fi livrat în două culori.

Permeabilitatea Monolarului este de 0,026 g/m²/24 h pe mm de Hg, pentru o grosime de chit uscat de 0,76 mm. Cantitatea de Monolar care trebuie depusă pe metru pătrat depinde de calitatea suprafeței poliuretanului.

Timpul de uscare la o temperatură ambiantă de circa 20°C este de 3 ore pentru suprafață, de două zile pentru tot stratul și de 6 săptămîni pentru o polimerizare completă.

Izolația poate suporta temperaturi de la —30°C pînă la 120° C.

* * * **Regenerarea uleiurilor.** În: Petrolé informations, nr. 1264, 1973, p. 39.

În S.U.A. regenerarea uleiurilor folosite de la autovehicule este aplicată din ce în ce mai puțin deoarece generalizarea aditivilor a făcut această operație mai complicată, deci mai puțin rentabilă.

În afară de aceasta, procedeul de rafinare prin pămînturi acide folosit în prezent produce noroaie care sînt chiar mai dăunătoare pentru mediul înconjurător decît uleiurile uzate.

Societatea National Oil Recovery Corp (Norco) a pus la punct un procedeu de regenerare prin distilare continuă sub vid, asemănătoare cu aceea folosită la distilarea petrolului brut.

Acest procedeu, care a fost elaborat în urma unui studiu subvenționat de Administrația protejării mediului înconjurător, are și avantajul de a nu lăsa reziduuri poluante, impuritățile extrase din ulei fiind vîndute la recuperarea deșeurilor metalice.

În prezent, capacitatea instalației de regenerare a acestei societăți este de circa 13 t/zi și va fi mărită la 45 t/zi deci 175 000 t/an.

* * * **Determinarea carbonului organic total.** În: Pétrole informations, nr. 1265, 1973, p. 27.

Analizorul D 50 Dehrmann permite determinarea directă a conținutului de carbon organic total din apă, parametru care indică conținutul de compuși organici.

Cu ajutorul acestui aparat se poate determina fie conținutul de carbon organic total, fie conținutul de carbon total, fie conținutul de carbon mineral (prin diferența celor două valori).

Determinarea carbonului organic total se efectuează în două faze:

— o vaporizare la 90°C pentru a elimina din probă, $CO_2$ dizolvat, apa și eventualii carbonați și a capta carbonul organic volatil;

— o piroliză la 850°C pentru a recupera carbonul organic rezidual.

Aceste două tipuri de carbon organic sînt transformate în metan și evaluate cantitativ cu ajutorul unui detector cu ionizare de flacără.

Determinarea carbonului total este realizată prin efectuarea pirolizei imediat după faza de vaporizare.

Efectuarea analizei este foarte rapidă (circa 5 min pentru o probă), semiautomatizată, reproductibilă (cu o eroare de +2%); gama de măsurări cuprinde un domeniu foarte larg de la 1 la 2 000 mg/l, iar rezultatele sînt obținute direct în unități de concentrare (mg/l).

* * * **Filtre pentru particule microscopice cu debite ridicate.** În: Pétrole informations, nr. 1267, 1973, p. 27.

În Anglia, s-a fabricat o nouă hîrtie de filtru din fibre de sticlă Whatman care pot reține particule de 0,7 μm în suspensie într-un lichid și de 0,01 μm în suspensie în aer fără să se diminueze debitul. Hîrtia poate fi folosită în portfiltrele normale de laborator și tolerează o sarcină importantă de solide înainte ca îmbîcsirea să diminueze debitul. Această hîrtie este fabricată în întregime din fibre de sticlă cu borocilicat ultra fine, fără nici un fel de liant și rezidă la atacul celor mai multe dintre produsele chimice. Dacă este udată nu se răsucește, nici nu se deformează. Folosirea acestei hîrtii de filtru este indicată, mai ales, la filtrarea suspensiilor fine de proteine denaturate sau de mici celule și fragmente de celule, la recoltarea bacteriilor, la probele de radioimunologie, la studiul poluării atmosferice. Viteza mare de filtrare și inerția sînt, în special, foarte folositoare pentru cercetările biochimice deoarece micșorează posibilitățile de degradare biochimică și biologică.

Hîrtia de filtru transmite și reflectează 96% din lumina vizibilă, poate suporta temperaturi pînă la 500°C fără să se înmoaie și poate fi sterilizată prin metodele normale.

Hîrtia Whatman GF/F poate suporta o sarcină cel puțin egală cu aceea suportată de membranele estercelulozice; au o grosime de 0,44 mm și cîntărește 75 g/m² și poate fi livrată în discuri de 12 diametre tipizate, de la 2,1 pînă la 15 cm diametru. La cerere poate fi livrată în foi sau discuri de dimensiuni diferite.

Hîrtia Whatman GF/D poate reține particule de 2,5 μm. Capacitatea de reținere este comparabilă cu aceea a filtrelor din celuloză sau din sticlă sinterizată, dar debitul de filtrare este de 10 ori mai mare. Grosimea ei este de 0,67 mm și greutatea de 120 g/cm². Poate fi livrată în discuri de 18 diametre tipizate (de la 1 la 25,7 cm) și în foi de 46 × 57 cm.

S i m o n s, D. **Producția de gaze acide și problemele ce le ridică în regiunea de nord din R.F. Germania.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 2, febr. 1973, p. 68—72.

În R.F. Germania exploatarea gazelor naturale acide a constituit o preocupare majoră a multor societăți în ultimii zece ani.

Deosebite dificultăți prezintă sondele din regiunea de nord a țării, unde gazele conțin pînă la 30% $H_2S$, pînă la 50% $CO_2$ și sulf elementar pînă la 2,3 g/Nm³. Productive sînt dolomitele din Zechstein la adîncimea de 3 300—4 000 m; formațiunea are o presiune pînă la 500 at și temperatură pînă la 150° C.

Sistemul de exploatare inițial prin garnituri de țevi de extracție paralele s-a înlocuit cu sistemul de exploatare cu țevi concentrice. Se prezintă succint echipamentul de fund și de suprafață folosit. Deosebită importanță a fost acordată folosirii de materiale rezistente la coroziune. Țevile de extracție sînt confecționate din oțel grad C75, după normele API, în execuție cu îmbinări Mannesmann-Buttress (îmbinare cu prag și față de etanșare).

Se arată modul de combatere cu etilamină a depunerilor de sulf ce au loc în țevile de extracție, cînd temperatura gazelor ajunge sub 115°C. Pentru uscarea gazelor se folosesc instalații care lucrează după procedeul de absorbție cu glicol.

S i e g e l, H.M. **Tehnologia și costul gazeificării cărbunelui.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 1, ian. 1973, p. 11.

Se revăd tehnologiile de fabricație după diverse procese pentru obținerea de înlocuitori de gaze naturale din cărbune. În 1975 va intra în producție în S.U.A. o instalație după procesul Lurgi cu o capacitate de 250 mil. scf/zi (cca. 7 mil. m³/zi), folosind cărbune bituminos. Investiția acestei instalații este estimată la 240—260 mil. dolari și costul mediu al gazelor pe 20 de ani se va ridica la 1,05—1,15 dolari/mil. Btu, din care costul cărbunelui revine la 50—60 cenți din costul gazelor.

Sînt menționate și alte procese pentru generarea de înlocuitori de gaze naturale din cărbune, cum sînt procesele HYGAS—Oxigen, HYGAS. Electrotermic, BI—GAS, Synthane, KELLOG, $CO_2$ Acceptor, COGAS.

K a r n a v a s, J. A. **ATAGAS, un nou proces de gazeificare a cărbunelui pentru a genera gaz calitativ de conductă.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 1, ian. 1973.

Noul proces ATAGAS, al firmei Applied Technology Corp, pentru generarea de gaze de conductă calitative din cărbune, folosește la gazeificarea fierului topit, abur și oxigen ca reactivi. Se obține astfel un gaz ce se pretează la convertirea în metan, producînd un gaz de conductă cu o putere calorică de 920 Btu/scf (Ecca 8 785 kcal/Nm³).

În cursul procesului, sulful din cărbune este reținut de fier și transferat într-o zgură. Această zgură se elimină și se desulfurează, obținînd sulf elementar și un agregat fără sulf ce se utilizează la construcția de drumuri. Din acest proces nu rezultă ca produs secundar cărbune ars.

În funcție de compoziția cărbunelui folosit investiția necesară pentru o instalație după procesul ATAGAS, cu o capacitate zilnică de 250 mil. scf de gaze (cca. 7 mil. m³) se ridică la 160—200 mil. dolari, iar prețul gazelor revine la 0,70—1,0 dolari/mil. Btu, socotind prețul cărbunelui la 6 dolari tona.

H a l e, D. **În S.U.A. sînt planificate 40 de instalații pentru fabricația înlocuitorilor de gaze naturale.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 1, ian. 1973, p. 7.

Potrivit unui studiu elaborat de Pipeline & Gas Journal, în S.U.A. se găsesc astăzi 40 de proiecte, în curs de execuție, de planificare sau în fază de propuneri, pentru instalații de fabricație a înlocuitorilor de gaze naturale. Dacă toate aceste proiecte s-ar realiza, atunci producția lor de înlocuitori de gaze naturale ar fi de circa 6 118 mrd. cf/zi (cca. 173 mrd. m³/zi), ceea ce reprezintă circa 10% din totalul livrărilor angajate ale industriei de gaze S.U.A.

În curs de execuție se găsesc astăzi șapte instalații mari pentru: Columbia LNG Corp în Green Spring-Ohio cu o capacitate de 250 mil. cf/zi (cca. 7 mil. m³/zi), Consomers Power Co Maryswille-Michigan de 200 mil. cf/zi (cca. 5, 5 mil. m³/zi) Northern Illinois Gas Co, în Morris-Illinois de 166 mil. cf/zi (cca. 4,5 mil. m³/zi), Algonquin SNG Inc, Freeport-Massachussette de 120 mil. cf/zi (cca. 3,5 mil. m³/zi), Brooklyn Union Gas Co, Brooklyn, New York de 50 mil. cf/zi (cca. 1,5 mil. m³/zi), Commenwealth Natural Gas Corp, Chesapeake de 30 mil. cf/zi (cca. 0,8 mil. m³/zi), Public Service Electric and Gas Co, Harrison-New Jersey de 20 mil. cf/zi (cca. 0,3 mil m³/zi). Aceste șapte instalații vor asigura zilnic livrări de 836 mil. cf (cca. 23,0 mil. m³).

Materia primă de plecare este diferită, de la gaze de propan pînă la hidrocarburi ușoare.

* * * **Analizator de gaze cu reparaţii infraroşii.** În: Pétrole informations, nr. 1264, 1973, p. 37.

Caracteristica cea mai interesantă a acestui analizator de gaze construit în Anglia este o mare precizie de măsurare prin aplicarea unei tehnici de etalonare perfecţionată, a unor metode de funcţionare mai simple decît cele folosite pînă în prezent.

Elementul de bază este un aparat cu dublu fascicul nedispersiv care permite analiza diferenţială a $CO_2$ în domeniul 25—0—25 p.p.m. şi 50—0—50 p.p.m. faţă de aerul atmosferic, ca şi analiza absolută în domeniul 0—500 şi 0—1 000 p.p.m.

Fiecare din fasciculele de radiaţii traversează două tuburi de analiză. Lungimea unuia dintre cele două tuburi este egală cu a douăzecea parte din lungimea totală a celor două tuburi cuplate. Operatorul poate modifica intrarea gazelor în fiecare tub cu ajutorul unor conexiuni indicate pe panoul aparatului. În cazul analizelor absolute, etalonarea se efectuează făcînd să treacă aer lipsit de $CO_2$ (furnizat de către aparat) prin tuburi în fasciculul de referinţă, apoi folosind tuburile din fasciculul de analiză pentru măsurările comparate.

În cazul analizelor diferenţiale, etalonarea se efectuează lăsînd să treacă aerul atmosferic prin cele două tuburi în fiecare fascicul, contorul fiind reglat la zero. Se obţine în acest mod o reducere a absorbţiei egală cu 5% din concentraţia în fasciculul de analiză spălînd tubul cel mai mic cu aer lipsit de $CO_2$. Datorită acestei metode etalonarea diferenţială uşoară şi precisă evită erorile datorate folosirii amestecurilor gazoase normalizate sau presiunilor diferenţiale.

Scara de măsurare a fiecărui aparat este stabilită de către constructor şi precizia este de 1% pentru toată gama de măsurare. În cele două fascicule de radiaţii sînt intercalate filtre optice, care elimină erorile datorate prezenţei vaporilor de apă în aerul măsurat.

Schlemm, F. şi Tomm, H. **Automatizarea staţiilor de compresoare în sistemul de transport al gazelor naturale a soc. BRIGITTA** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 2, febr. 1973, p. 43—55.

Staţiile de compresoare sînt o parte componentă în sistemul de transport al gazelor. Construirea mai multor staţii de compresoare într-un sistem de transport permite totdeauna, pentru o acţionare de ansamblu optimală, să existe mereu în parcul total de compresoare o unitate de compresoare de rezervă.

Se prezintă schema sistemului de transport al gazelor de la soc. BRIGITTA cu două puncte de prelucrarea gazelor şi două staţii de compresoare; la Achim şi la Wardenburg, unde s-au executat lucrări de automatizare şi electronice de mare volum. Se descriu instalaţiile de măsurare, reglare, supraveghere şi comandă, inclusiv instalaţia calculatorului electronic de proces şi modul de funcţionare a sistemelor folosite. O atenţie deosebită s-a acordat sistemelor de protecţie contra incendiilor şi sistemelor de alarmă pentru amestecuri explozive de gaze.

* * * **Detectorul** TGS. În: Gas World, **177**, nr. 4614, 27 ian. 1973, p. 110.

Detectorul TGS (Taguchi Gas Senzor) este o realizare a firmei japoneze Figaro Engineering, din Osaka, care a necesitat şase ani de cercetare şi experimentare, fiind apoi patentat în toate ţările lumii. Recent, firma japoneză a instalat o fabrică în localitatea Shannon, situată în vestul Republicii Irlanda, pentru deservirea ţărilor europene şi ale Americii.

Principiul de bază îl reprezintă construcţia unui semiconductor, care poate transforma o concentraţie de gaze sau de fum într-un semnal electronic, fenomen realizat pentru prima oară. Semiconductorul construit din oxizi metalici, îşi reduce rezistenţa electrică la adsorbţie de gaze inoxidabile sau combustibile, precum hidrogen, monoxid de carbon, metan, propan, acetilenă, vapori de alcool şi praf de cărbune cu conţinut de fum. N-are nevoie de amplificator, iar racordat la un buzer, releu, valvă-solenoid sau motor electric, acţionează, ca: detector, aparat de alarmare şi aparat de control. Sensibilitatea aparatului este atît de mare, încît poate de tecta focul mocnind, dă alarma acţionînd un robinet de stropire cu apă, închide uşa de protecţie contra propagării incendiului în galeriile de mină, pune în funcţiune un ventilator la confinarea aerului cu fum de ţigară şi detectează vaporii de alcool în respiraţia umană.

Winton, C. J. P. **Punerea în funcţiune a celei de a treia staţii terminale pentru tratarea gazelor naturale din Marea Nordului, pe coasta estică a Angliei.** În: Gas World, **177**, nr. 4613, 20 ian. 1973, p. 85—92.

În august 1972, a fost pusă în funcţiune, la Theddlethrope, o nouă staţie pentru tratarea gazelor naturale, destinată producţiei zăcămîntului submarin Viking, situat la 86 mile departe de coastă. Situaţia a fost construită după modelul celei de la Bacton, cu anumite ameliorări. Capacitatea de tratare este de 28 mil. $m^3$/zi gaze naturale, actualmente staţia fiind încărcată numai cu 8—11 mil. $m^3$/zi (o sondă produce în medie 2,8 mil. $m^3$/zi).

După separarea condensatoarelor în separatoarele individuale ale sondelor, gazele sînt trimise la staţia Theddlethrope, prin conducta submarină de 20 ţoli, în prealabil injectîndu-se metanol, contra formării hidraţilor (presiunea la capul de erupţie al sondelor este între 210 şi 245 at). La staţie, gazele sînt supuse la următoarele operaţii succesive: separarea condensatelor colectate prin godevilarea conductei de 20 in: reducerea presiunii la 70 at; răcirea la —23°C, folosind ca refrigerent propanul; separarea condensatelor de hidrocarburi, din care propanul este extras prin fracţionare; separarea metanolului din soluţia apoasă, regenerarea lui şi repomparea la complexul marin, al grupului de sonde; filtrarea gazelor prin filtrare cu vată de sticlă; preîncălzirea cu apă caldă; măsurarea debitului de gaze; odorizarea şi introducerea în conducta magistrală de gaze de 30 in, la 70 at. Se descriu instalaţiile contra incendiului, camera de control dotată cu două calculatoare (unul de rezervă) şi se arată calitatea şi atribuţiile efectivului de 19 persoane al staţiei.

* * * **Indicator înregistrator galvanometrie.** În: Pétrole informations, nr. 1267, 1973, p. 27.

Firma Schlumberger a construit un nou aparat de înregistrare pentru măsurarea şi înregistrarea semnalelor electrice sau a fenomenelor fizice (temperaturi, presiuni, debite, nivele, grad de concentraţie a sărurilor, *p*H etc.) convertibile în semnale electrice.

Aceste aparate posedă scale de citire şi de înregistrare cu 1—6 căi, înregistrare în mai multe culori, opt viteze de defilare a diagramelor, patru viteze de înregistrare.

Independenţa totală a circuitului de măsurare permite folosirea simultană a 6 captatoare diferite pentru acelaşi înregistrator.

* * * **Argentina o ţară cu o importantă producţie de gaze naturale.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 1, ian. 1973, p. 11.

Din toate ţările Americii Latine, Argentina are cea mai lungă reţea de conducte pentru transportul gazelor naturale. Această reţea era în 1970 de 6 285 km.

Astăzi Argentina ocupă în producţia de gaze naturale locul 13 pe glob. După datele statistice, în 1969 se găseau în producţie 288 sonde de gaze cu o producţie totală de 8 mrd. $m^3$/an. La aceeaşi dată rezervele cunoscute de gaze naturale se estimau la 250 mrd. $m^3$.

La sfîrşitul anului 1970 se găseau în exploatare următoarele cinci conducte magistrale de transportul gazelor naturale: Comodoro Rivadavia-Buenos Aires, Pico Truncado-Buenos Aires, Plaza Huicul — General Conesa, Castriel Barrosa-Allen-Bachia Blanca şi Campo Duran -Buenos Aires.

Se prevede importul de gaze din Bolivia pe o conductă cu o lungime de 542 km şi o capacitate zilnică de transport în faza finală de 4,5 mil.$m^3$/zi.

Brown, R. Y. **Protecţia conductelor marine prin învelişuri de beton.** În : Oil Gas J., **71**, nr. 9, 25 febr. 1973, p. 49—52.

Experienţa obţinută pînă în prezent, la pozarea conductelor submarine, a arătat că betonul constituie un foarte bun înveliş protector, servind şi la lestarea conductei. Dar în afară de o bună cunoaştere a condiţiilor specifice ale solului fundului mării şi a curenţilor în această zonă, o problemă încă incomplet rezolvată este realizarea unei greutăţi finale bine determinată a ţevilor, după acoperirea cu ciment. În caz că nu s-a ajuns la greutatea dorită, trebuie aplicate măsuri corective.

Solul fundului marin poate produce o eroziune generală în jurul ţevii, deplasînd-o lateral, producînd ruperea ei prin supratensionare. Dacă se produc numai eroziuni locale, conducta poate rămîne suspendată în apă pe anumite deschideri, producîndu-se vibraţii care distrug învelişul de beton şi uletrior ţeava din cauză că dispariţia lestării conduce la forţe ascensionale prea mari. În lucrare se indică în funcţie de viteza curenţilor, deschiderile pe care conducta poate rămîne nesusţinută (la 64,5% din valoarea minimă a limitei de curgere).

Conducta odată pozată pe fund, este supusă la o serie de forţe verticale, dirijate în sus şi în jos, şi la forţe laterale. Trebuie ca, ţinînd cont de coeficientul de frecare sol-conductă, rezultanta forţelor verticale să fie suficient de mare pentru a depăşi împingerile laterale. Vegetaţia marină care se depune cu timpul pe conductă, măreşte greutatea acesteia, dar face, prin mărirea secţiunii să crească efectul forţelor orizontale.

Forţa curenţilor de fund influenţează aşa-numita densitate aparentă sau dinamică a conductei. Aceşti curenţi, creează prin turbulenţe, forţe de ridicare aplicate conductei, reducînd aparent greutatea sa. Astfel o ţeavă cu un înveliş de beton gros de 25 mm, supus unui curent cu o viteză de 0,66/m/s are o densitate aparentă de numai 1,11 în loc de cea reală de 1,15. Un curent de 1,3 m/s va produce ridicarea ţevii, vibraţia şi ruperea ei.

De aceea controlul cît mai precis al greutăţii reale a ţevilor acoperite de ciment are o importanţă deosebită.

La pozarea conductei, cu ajutorul unui slep special, trebuie permanent controlat şi reglat : *1* — raza maximă de curbură a ţevii pe stinger (suportul prelungitor în afara punţii şlepului) ; *2* — raza inversă de curbură a ţevii la părăsirea stingerului ; *3* — îndoirea porţiunii suspendate a ţevii între stinger şi fund reducînd tensiunile de încovoiere prin aplicarea unei tensiuni longitudinale corespunzătoare ; *4* — turtirea ţevii sub efectul combinat al presiunii hidrostatice, tensiunilor de înconvoiere şi tensiunii longitudinale aplicate. În cazul apelor adînci, tensiunile de aplicat sînt de ordinul a 60—100 t, dar aceasta obligă la îngreuierea sistemului de ancorare a şlepului.

Aplicarea învelişului de ciment se face prin două metode. Prima constă în aplicarea de jumătăţi de cilindri de beton prefabricat. Ea are inconvenientul de a fi înceată şi se pretează greu la o reglare fină a greutăţii finale a ţevii izolate. Metoda cea mai frecventă aplicată constă în prepararea unui amestec bine dozat de agregate şi ciment, cu foarte puţină apă, amestec aplicat prin proiectare la mare viteză pe ţeavă, introducînd simultan, automat, plase metalice de rabiţ.

În general precizia realizării greutăţii dorite de ciment este de ±5%, ceea ce reprezintă pentru o ţeavă de 30 in. o precizie finală de numai ±15%. De aceea în cazuri speciale se face o cîntărire de precizie, cu erori de numai 0,2—1%. Deplasamentul se determină exact, măsurînd în cinci puncte la o ţeavă, diametrul exterior al izolaţiei finite. De asemenea se determină precis, în funcţie de timp, cantitatea de apă absorbită de izolaţia de ciment. La nevoie se corectează greutatea prin diferite metode : 1—sortarea ţevilor în funcţie de greutate şi combinînd după nevoie, ţevile de greutăţi diferite; 2 — se lasă neizolarea sau din contră se supraizolează capetele libere după efectuarea sudurii ; 3—folosirea la punctele neizolate a spumei epoxidice pentru a reduce greutatea totală ; 4 — folosirea în diferite puncte a agregatelor cu densitate mare etc.

* * * **Se aşteaptă aprobarea conductei de transport de ţiţei Ekofisk-Anglia.** În : Oil Gas J. **71**, nr. 9, 26 febr. 1973, p. 26—28

În urma acceptării participării statului norvegian cu 50% la conducta ce leagă marele şantier Ekofisk (zona norvegiană a Mării Nordului) cu Anglia, la Teesside, se aşteaptă aprobarea finală a proiectului de către parlamentul norvegian. Conducta va avea o capacitate de 160 000 m³/d. Cu realizarea acestei conducte de 34 in şi a unei conducte de gaze de 36 in spre R.F. a Germaniei costul dezvoltării şantierului Ekofisk se va ridica la 1,5 mrd. $. Grupul Phillips a asigurat de asemenea aprovizionarea Norvegiei, timp de 15 ani cu gaze petroliere lichide. Între timp, grupul Phillips a făcut o nouă descoperire în zona engleză a Mării Nordului prin sonda 16/29- IX Maureen. Sonda, situată la 275 km E—NE de portul Scoţian Aberdeen a dat la probele de producţie un debit cuprins între 370 şi 580 m³/d ţiţei cu densitate 0,845, dintr-o serie de strate. Ea se află în ape adînci de 20 m la 53 km N—E de marele şantier marin Forties.

* * * **O a treia generaţie de vase pentru pozarea conductelor marine.** În : Oil Gas J. **71**, nr. 9, 26 feb. 1973, p. 57.

O firmă olandeză din Schiedam a realizat o navă de pozare a conductelor marine, de o concepţie nouă. Ea va fi gata în vara anului 1974, costul ei ridicîndu-se la 53 mil. $. Nava a fost creată pentru a lucra în Marea Nordului sau în alte mări cu condiţii de lucru tot atît de grele.

Şlepul de pozare va avea două punţi, legate între ele prin coloane care se prelungesc sub apă la nişte camere de balastare imerse. Pe puntea inferioară sînt prevăzute locuinţe pentru un personal suficient de numeros pentru a asigura un lucru continuu. Puntea superioară reprezintă suprafaţa de lucru, unde în serie, ţevile sînt asamblate prin sudură, controlate prin raze X şi lansate în apă, susţinute fiind prin aplicarea unor noi sisteme de stinger (puntea curbată, ieşind în afara bordului navei, şi care serveşte la ghidarea şi susţinerea ţevilor pe prima porţiune a coborîrii lor). Reducerea tensiunilor din ţevi, în acest punct critic, este asigurată datorită formei speciale ale stingerului.

Un post de observaţie, suprainălţat, permite urmărirea şi controlul procesului, atît direct cît şi prin televizoare în circuit închis. Calculatoarele permit de asemenea execuţia rapidă a calculelor necesare.

Acestă navă ,,Viking'' va permite pozarea rapidă a conductelor de diametru mare în ape adînci şi agitate, putînd astfel realiza transportul la ţărm a producţiei de ţiţei şi gaze din şantierele situate în centru şi nordul Mării Nordului.

Franco Alvaro. **O conductă de păcură izolată cu poliuretan în Brazilia.** În : Oil Gas J. **71**, nr. 11, 12 mart. 1973, p. 114—120.

În Brazilia s-a construit o conductă 10 in × 97 km, izolată cu poliuretan, destinată transportului păcurii de la noua rafinărie Paulina pînă la Barureri, în imediata apropiere a marelui centru urban Sao Paulo.

Capacitatea sa de transport este de 2 400 m³/d putînd fi mărită ulterior la 6 400 m³/d.

Această conductă este a doua de acest fel după aceea de 8 × 10 × 12 in × 160 km care transportă combustibilele industriale de la rafinăria Duque de Caxiss de lîngă Rio de Janeiro spre oraşele Volta Rotonda şi Santa Cruz.

Ca alternative pentru această conductă ereau : fie transportul cu autocisternele rutiere (620 zile — cisternă/d) fie o conductă convenţională căreia i-ar fi trebuit cel puţin 5 staţii de încălzire intermediare. Pentru cazul în speţă nu este necesară nici o staţie de reîncălzire. Conducta izolată şi îngropată nu va necesita decît un minimum de întreţinere.

Terenul traversat este foarte dificil, 58 km de zonă accidentată, 8 km de zone mlăştinoase şi un număr foarte ridicat de traversări de şosele, drumuri şi ape curgătoare, ceea ce a necesitat execuţia pe treseu a circa 2 000 de curbe, reprezentînd 30% din lungimea liniară a conductei.

S-a folosit procesul de izolare Poly payre, elaborat în 1963 şi folosit deja în Europa, Orientul Mijlociu şi Australia. Condiţiile ce trebuie să le îndeplinească izolaţia sînt : 1— să aibe un coeficient total de conductibilitate termică cît mai

redus, încît produsul încălzit la plecare să fie încă suficient de cald la sosire; 2 — materialul nu trebuie să fie higroscopic; 3 — izolaţia trebuie să nu fie avariată fiind necesar să se împiedice pătrunderea apei pînă la terminarea construcţiei.

Procesul de izolare foloseşte simultan polietilena şi poliuretanul. Ambii produşi fiind dielectrici, asigură o bună protecţie contra coroziunii prin curenţi electrici vagabonzi. Stratul exterior de polietilenă rezistă la acţiunea distructivă a solului, apei, apei sărate, oxidării etc. Poliuretanul are calităţi izolante termic superioare.

Peste fiecare bucată de ţeavă se trece o cămaşe de polietilenă cu diametru mai mare, cu grosime 3 mm, care lasă între ea şi ţeavă un spaţiu inelar cu o grosime de 7,5 cm, în care se injectează spumă de poliuretan, care este lăsată să expandeze şi să se întărească, după care marginile cămăşii de polietilenă sînt strînse la extremităţi prin înmuiere cu o flacăre, lăsîndu-se circa 6 in de metal descoperit la fiecare cap. După îmbinarea ţevilor prin sudură electrică, se cuprinde zona liberă între două cochile semicilindrice de metal în care se injectează de asemenea poliuretan. După întărire stratul de poliureatn este acoperit cu un manşon de polietilenă.

La baza de izolare care se întinde pe o suprafaţă de 40 ha, s-au preparat zilnic 173 bucăţi de ţeavă, ceea ce corespunde la 2,25 km de conductă (12 tone spumă de poliuretan). O problemă dificilă a fost pregătirea celor 2 000 de curbe. Ele s-au realizat din segmenţi, izolaţi unul cîte unul, cu poliuretan şi polietilenă.

S-au realizat în medie 1,6 km/d, îmbinînd şi izolînd circa 100 elemente de ţeavă. Recordul a fost îmbinarea a 265 elemente într-o singură zi.

* * * **O nouă fibră ceramică izolantă.** În: Petrole informations, nr. 1275, 1973, p. 27.

În Scoţia s-a fabricat o nouă fibră ceramică „Capoflex". Această fibră are un coeficient foarte redus de conductibilitate termică şi este incombustibilă. Ea are o greutate redusă, este suplă, uşor de mînuit, de asemenea este rezistentă pînă la temperaturi de 1260°C, punctul de fuziune fiind de 1780°C

Această fibră este obţinută prin fuziunea pămînturilor refractare urmată de transformarea în fibre la presiune înaltă.

Lîna sau scama din aceste fibre poate servi la întărirea materialelor plastice, răşinilor şi a matrialelor anorganice. Pînză din Capoflex care este tratată termic pentru a se elimina folosirea lianţilor poate fi utilizată pentru izolaţie pe partea încălzită şi în spatele cărămizilor refractare ale cuptoarelor. Ea poate fi livrată sub formă de benzi pentru umplerea formelor de dilatare şi de etanşeităţi.

Fibrele Capoflex pot fi impregnate cu o mică cantitate de liant organic, producîndu-se astfel o pîslă uşor rigidă.

Pisla Capoflex umedă este formată prin impregnarea cu un liant anorganic rezistent la temperaturi înalte. Uscată, ea poate fi folosită acolo unde există riscuri de eroziune de către aer sau de către un gaz care se deplasează cu viteză mare sau pentru a obţine un izolant rigid în formă potrivită.

Organ, S. W. şi Sellers, J. R. **Transportul pe conducte a apei o dată cu ţiţeiul.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 8, 19 febr. 1973.

În şantierul Kingfischer Oklahoma S.U.A. s-a organizat un sistem comun de colectare a ţiţeiului şi apei sărate, care lucrează la o presiune relativ mică, de maximum 35 kgf/cm$^2$. Diferenţa de greutate specifică între ţiţei şi apă sărată este mare, ţiţeiul avînd 0, 82 kgf/dm$^3$ iar apa sărată 1,10 kgf/dm$^3$.

În aceste condiţii apa rămîne, practic, liberă de ţiţei. Pentru separare este necesar numai să se instaleze o unitate compusă din separatoare orizontale. Timpul de şedere în unitatea de separare, determinat prin încercări, este de mai puţin de cinci minute pentru un amestec format din 50% apă şi 50% ţiţei la temperatura de 4,4°C.

Desigur, timpul este mai scurt la temperatură mai ridicată şi mai lung la temperatură mai scăzută.

Pentru pompare se utilizează pompe cu piston, cu plungere şi cu roţi dinţate. În vederea reducerii coroziunii echipamentului şi a conductelor se utilizează inhibitori şi cupoane de coroziune care sînt controlate lunar. În punctele importante sînt montate în conductă cîte o ţeavă de control a cărei grosime de perete este controlată frecvent cu un indicator ultrasonnic.

* * * **Conducte de ţiţei în construcţie în U.R.S.S.** În: Gas Oil J., **71**, nr. 8, febr. 1973.

De la şantierele gigantice de pe cursul mediu al fluviului Obi se construiesc conducte atît spre est cît şi spre vest.

Spre sud — est se construieşte o conductă de ţiţei cu diametrul de 48 in (1219,2 mm) care va ajunge la porturile de pe coasta Oceanului Pacific situate la 3 500 km depărtare. S-a construit pînă în prezent aproximativ 1 000 km.

În spre vest se construiesc mai multe conducte.

O conductă de 1500 km va lega Kuibîşev de pe fluviul Volga cu Tikoreţk în districtul Krasnodar la nord de Munţii Caucaz. Pe această conductă se vor pompa cantităţi mari de ţiţei din şantierele de pe Obi mijlociu la rafinăriile şi uzinele petrochimice din zonele europene sudice ale U.R.S.S. cît şi la porturile de la Marea Neagră, pentru export.

Lucrările sînt avansate la un sistem de conducte de transport de ţiţei lung de 1 850 km de la şantierul super — gigant Samotlorskoie în direcţia vest în lungul zonei mediane a fluviului Obi prin zonele petrolifere Surgut şi Ust-Balik şi apoi spre sud-vest prin Tobolsk, Tiumen şi Kurgan şi apoi peste Munţii Urali la Ufa, Almetievsk şi Kuibîşev. Această conductă de 48 in (1219,2 mm) diametru de la Ust — Balik la Almetievsk şi Kuibîşev şi ceva mai mică probabil 40 in (1016 mm) între Samotlorskoie şi Ust-Balik va avea în final 28 staţii de pompare, mai mari decît oricare alte staţii ce lucrează în U.R.S.S.

Siberia vestică are în prezent două conducte de ţiţei importante — o arteră de 40 in (1016 mm) ce merge spre sud-vest de la şantierele de pe Obi-ul mediu pînă la marea rafinărie din Omsk şi o conductă de 48 in (1219,2 mm) terminată în 1972, de la Aleksandrovskoie (aproape de Samotlorskoie) spre sud-vest pînă la Anzero — Sudzensk, unde se uneşte cu linia trans-Siberiană de diametru mic ce se termină la Irkuţk.

Ramura Samotlorskoie — Almetiev — Kuibîşev care va fi mai tîrziu dublată (posibil cu conductă de 56 in (1422,4 mm) va fi mai lungă decît suma lungimii tuturor conductelor ce merg spre vest de la şantierele din Siberia de vest.

Cu cele 38 de ramuri de legătură artera este programată să intre în funcţiune în 1973. Atît la Almetievsk cît şi la Kuibîşev ţiţeiul din Siberia de vest neprelucrat în rafinăriile din zona Volga — Urali, va fi transportat cu marele sistem Drujba (Prietenia). Aceste sistem, în curs de dublare livrează ţiţei în Cehoslovacia, Ungaria, Polonia şi R.D.G.

# INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

● Oamenii de ştiinţă din U.R.S.S. au realizat un procedeu original pentru fabricarea conductelor necesare transportului fluidelor, denumite ,,conducte plate''. Acestea sînt fabricate din fişii de oţel, ceea ce permite atît îmbunătăţirea calităţii, cît şi reducerea timpului de pozare. Procedeul constă în a trece două fişii de oţel, aşezate una peste cealaltă, printr-un aparat special de sudură a marginilor fişiilor, realizîn-în acest fel un furtun plat de oţel. Prin pomparea în interior a aerului comprimat sau a apei, la presiunea de 8—10 at, furtunul plat se transformă în conductă cilindrică cu diametrul de 300 mm. Se rezolvă astfel necesitatea racordurilor, reducînd numărul lor la a suta parte din cele necesare la conductele normale. De asemenea, transportul se simplifică, deoarece panglica de oţel poate fi fabricată în lungime de cîţiva kilometri, înfăşurată pe o tobă cu diametrul de 2 m. Fabricarea se face în producţie de masă, cu diametrul pînă la 1,5 m.

● În U.R.S.S., (Saratov pe Volga) s-a dezvoltat un aparat pentru prospectare seismică a zăcămintelor de ţiţei şi gaze de pe fundul mărilor şi oceanelor. Aparatul produce în adîncime mai multe împuşcături pneumatice cu aer comprimat, iar undele seismice reflectate sînt înregistrate pe bandă magnetică. Datele sînt prelucrate imediat de către un calculator. Primul aparat a fost folosit cu mare eficacitate în Marea Caspică şi Marea Neagră.

● Se construieşte în U.R.S.S., o conductă îngropată pentru transportul ţiţeiului, de o lungime şi debit fără precedent (3 100 km lungime, 1 220 mm diametru şi 24 staţii de pompare). Conducta va alimenta cu ţiţei extras din zăcămîntul de la Samatlov, rafinăriile din regiunea Volga şi va fi mai departe racordată la conducta ,,Prietenia'', pentru aprovizionarea ţărilor din estul Europei. Ea va intra în funcţiune în 1972. Şantierul Samatlov, care este situat în vestul Siberiei, va produce 70—80 mil. t ţiţei în 1975, faţă de 14,5 mil. t în 1973.

● În Anglia a avut loc la 27—28 febr. 1973 un simpozion referitor la poluarea apelor mării. S-a evidenţiat comunicarea făcută de François Dedier (Franţa), cu titlul ,,Producţia de ţiţei din zăcămintele marine şi depozitarea ei, din punctul de vedere al riscului poluării apelor marine''. Lucrarea poate fi obţinută de la Institutul de construcţii navale, Londra, unde a avut loc simpozionul.

● În cursul anului 1972, în Anglia, s-au produs două sute miliarde de kWh energie nucleară, ceea ce reprezintă aproape jumătate din producţia mondială de energie electrică, obţinută pe bază nucleară. Datele arată că staţiile nucleare engleze produc actualmente kilowatul-oră nuclear la un cost mai redus decît cu celelalte surse de energie (cărbune şi petrol). Cifrele medii obţinute de la primele trei staţii din fiecare categorie de surse, sînt următoarele : energie nucleară = 0 = 0,33 peny/kWh ; cărbune = 0,36 p/kWh ; petrol (inclusiv taxele) = 0,35 p/kWh.

● Societăţile petroliere din Italia au introdus, la staţiile pentru distribuţia produselor petroliere, pompe automate cu autoservire, în special pentru zilele de duminică şi în timpul nopţii. Noutatea acestor automate constă în faptul că dat fiind lipsa de monede în Italia, ele se declanşează la introducerea unei bancnote de o mie lire. Cantitatea de benzină corespunzătoare se scurge în rezervorul automobilului, în decurs de trei minute, la manipularea furtunului şi este înregistrată la un indicator. Se înţelege că pompa automată nu are nevoie de personal, dar prin scoaterea automatului din circuit, ea poate fi operată normal.

● Societatea Tokyo Gas a încheiat un contract cu firma americană Power-Gas pentru construcţia primei uzine japoneze de producere a gazelor de substituţie, adică gaze sintetice pentru substituirea gazelor naturale. Valoarea construcţiei este de 8,4 milioane dolari, cu capacitatea de 41,5 mil. $ft^3$/zi, gaze de calitatea celor de conductă, obţinute prin reformarea benzinei uşoare sau benzinei grele, prin procedeul catalitic British Gas Council pentru reformarea gazelor bogate.

● Cea mai mare instalaţie franceză de rafinărire a ţiţeiului din apropiere de Martignes a fost pusă în funcţiune. Unitatea capabilă de a prelucra 200 000 barile/zi (30 000 t/zi) a fost instalată ca parte din expansiunea de 80 mil. dolari a rafinăriei Lavera.

Coloana gigant are o înălţime de 79,25 m şi un diametru de aproximativ 8,84 m. Unitatea conţine o coloană, încălzitor şi un desalinator înalt de 35 m, aşezate în linie.

Lucrarea s-a efectuat în 21 de luni.

● Ministerul Economiei Tunisiei a făcut cunoscut că producţia ţării se va ridica în anul 1973 la 18 000 $m^3$/zi de la 13 000 $m^3$/zi în anul 1972. Creşterea va proveni de la şantierul Aştart din Golful Gabes cînd va fi pus la producţie cu aproximativ 6 400 $m^3$/zi şi de la şantierul Bhirat situat pe uscat în apropiere de Sfax, care va produce aproximativ 2 000 $m^3$/zi. Şantierul cel mai important al Tunisiei, El Borma, este în declin şi de la 12 000 $m^3$/zi în anul trecut îşi va reduce producţia la 8 000 $m^3$/zi.

● Rezervele mondiale de hidrocarburi. Comisia geologică din S.U.A. a întocmit un raport asupra rezervelor de hidrocarburi pe plan mondial. Rezervele de ţiţei se ridică la 634 miliarde barile (101,4 miliarde $m^3$) în care se includ rezervele de 75 miliarde barile (12 miliarde $m^3$) pentru Uniunea Sovietică şi 45,7 miliarde (7,27 miliarde $m^3$) pentru S.U.A. În raport se estimează, de asemenea, rezervele de gaze naturale la 1 802 trilioane picioare cubice (50 000 mrd. $m^3$). Şantierele marine intră în calcul cu 101 rbil. barile (16,6 miliarde $m^3$) de ţiţei şi 241 trilioane picioare cubice (6 750 miliarde $m^3$) gaz.

Toate rezervele sînt estimate pentru 30 dec. 1971.

● În Anglia s-a confirmat descoperirea unui zăcămînt de gaze naturale în Marea Nordului, la 160 km la est de Aberdeene. O sondă a dat în timpul încercărilor 600 000 $m^3$/zi gaze naturale şi 100 t/zi condensate de 53° API.

Forajele vor continua întrucît s-au întîlnit şi urme de petrol.

● În Italia se proiectează construirea unei rafinării la Fornava di Taro, la sud-est de Parma, cu o capacitate de 3 mil. t/an.

● Societatea de expertize olando-suedeză Consult AB a estimat costul conductei de transport al gazelor naturale din U.R.S.S. în Suedia, prin Finlanda, la 164 mil. dolari U.S.

● Capacitatea rafinăriei de petrol de la Aspropirgos a fost mărită de la 1,8 la 4,5 mil. t/an.

● În Iugoslavia se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 3 mil. t/an în portul Kopar din Slovenia.

● Producţia de petrol din Siberia occidentală va fi accelerată prin terminarea conductei de transport al petrolului, cu un diametru de 48'' care leagă Samotlor de regiunea Urali-Volga, unde va fi racordată la reţeaua internaţională, Drujba. Se crede că producţia aceste regiuni va creşte de la circa 60 mil. t în anul 1972 la circa 84 mil. t în anul 1973 şi la 120—125 mil. t. în anul 1975.

● În Etiopia s-a descoperit un zăcămînt de gaze naturale la 640 km la sud-est de Addis-Abeba. Sonda Calub 1 a dat, în cursul încercărilor, debite de 980 000 $m^3$/zi printr-o duză de 2,5 cm diametru.

● Se proiectează în Irak construirea unei noi conducte de transport al petrolului de la Kirkuk la un port din Turcia la Marea Mediterană, pe o distanță de circa 900 km. Conducta va avea o capacitate de transport inițială de 70 000 t/zi care va putea ulterior fi mărită pînă la 100 000 t/zi.

Se studiază, de asemenea, posibilitatea construirii unei conducte de 600 km lungime de la Haditha la un port din Golful Persic.

● S-a descoperit un nou zăcămînt de petrol în regiunea fluviului Amazoanelor, Peru. Sonda de exploatare Capahuri Sur 43—XI a dat 400 t/zi petrol cu un conținut redus de sulf, cu o densisitate de 36°; prima descoperire, sonda Capahuari 41—XI a avut un debit de 370 t/zi. Ultima descoperire se află la 144 km distanță de prima, într-o structură distinctă dar pe același anticlinal care are o lungime de 28 km.

● În Australia, Woodside-Burmah a descoperit în sonda Eaglehawk nr. 1 din platforma de nord-vest, petrol de cea mai redusă densitate găsită pînă în prezent în această țară. Încercări la adîncimi de 280—282 au dat, timp de o oră și jumătate, petrol de 30° în ritmul de 70 t/zi, printr-o duză de 5/8". Încercări asemănătoare efectuate la adîncimi între 278—279 m în timp de 4 ore a dat petrol de densitate de 29,3°, în ritmul de 230 t/zi, prin duze de adîncime și de suprafață de 5/8" diametru și gaze naturale 11 400 m³/zi.

● În Franța se proiectează construcția unui depozit subteran de petrol cu o capacitate de 1 mil. m³ și care va fi destinat pentru stocarea păcurei grele.

● S-a forat o sondă de exploatare în largul coastelor de sud-est ale Sumatrei, care a dat un debit de 900 t/zi petrol. Sonda, denumită Nora 1 este situată la circa 10 km la sud-est de zăcămîntul Cinta intrat în producție în anul 1971.

● În Spania, în anul 1972, au fost rafinate 37,5 mil. t petrol, produsele finite reprezentînd 64 811 mil. pesetas (+13—2% față de anul 1971).

● A fost terminată construcția conductei de transport al petrolului între Siberia și Republica Tătară, de 1785 km lungime. Conducta va transporta petrolul de la Nefteningansk la Almetievk, de unde va intra în conducta „Prieteniei". Această conductă traversează cîmpiile Siberiei Occidentale, munții Urali și coboară apoi în Valea fluviului Volga.

● În Israel se proiectează investirea a 10 mil. dolari pentru terminarea programului de dezvoltare în valoare de 40 mil. dolari pentru conducta de 42" între Eilat și Ashkelon. Lucrările prevăd realizarea unei a treia stații de pompare pentru a mări capacitatea de transport al conductei la 40—45 mil. t/an ca și amenajarea portului Ashkelon pentru a putea primi tancuri de petrol de 150 000 t.

În anul 1972 au fost transportate prin această conductă 20 mil. t petrol și în acest an se prevede o capacitate de transport de 30 mil. t/an.

● Consiliul național canadian al energiei a folosit pentru prima oară puterile conferitea la 15 februarie de guvernul federal, micșorînd de la 183 000 t/zi la 173 000 t/zi exportul de petrol canadian în S.U.A. socotind ca insuficientă capacitatea conductelor pentru a asigura exportul și aprovizionarea țării.

● U.O.P. Grecia, va construi cinci unități ale rafinăriei cu o capacitate de 6 mil. t/an proiectată la Pachi; o unitate de tratare a benzinelor grele, cu o capacitate de 2 800 t/zi, o unitate platforming U.O.P. cu o capacitate de 2 500 t/zi, o unitate U.O.P. Pemex, de 600 t/zi, o unitate de desulfurare a benzinelor cu o capacitate de 3 000 t/zi și o unitate Merox de 700 t/zi.

● Austria se va alătura la consorțiul european pentru a cumăpra gaze naturale din Algeria conform unui acord semnat la Bruxelles. Austria va fi aprovizionată printr-o bretea (rețea) a conductei care unește Monofaleone cu Kifstein, la frontiera dintre Austria și Bavaria.

● Se va construi la Amsterdam o a doua rafinărie cu o capacitate de 4 mil. t/an, care va fi situată în port. Costul acestei rafinării va fi de 250 mil. florini.

● În Canada se va construi pe insula Terra Nova o nouă rafinărie cu o capacitate de 15 mil. t/an la Come by Chance. Costul acestei rafinării, cea mai mare din Canada, va fi de 308,5 mil. dolari. Această rafinărie va fi aprovizionată cu petrol din Golful Persic și din Africa de Nord. Producția acestei rafinării este destinată coastei de est a Statelor Unite, regiunii marilor lacuri și Europei.

● Serviciile geologice din S.U.A. au estimat că rezervele mondiale sigure de petrol ar fi de circa 90 000 mil. t dintre care circa 10 000 mil. t s-ar găsi în U.R.S.S. și 6 000 în S.U.A.

● În ultimii 10 ani în U.R.S.S. producția de petrol brut a crescut cu 157% ajungînd la 394 mil. t/an în anul 1972 iar producția de gaze naturale s-a triplat, ajungînd la 221 miliarde m³.

● În anul 1972 schimburile petroliere între Republica Federală Germania și Republica Democrată Germană au progresat. Din R.D.G. în R.F. Germania s-au exportat produse petroliere în valoare de 127,8 mil. DM, față de 9,1 mil. DM în anul 1971; din R.F.G. în R.D.G. s-au exportat petrol în valoare de 89,2 mil. DM și produse petroliere în valoare de 3,9 mil. DM față de 50 mil. D M în anul 1971.

● Conform estimărilor preliminare ale Uniunii petrolifere din Italia, importul de petrol brut în anul 1972 a crescut cu 2% față de anul 1971, ajungînd la 119,5 mil. t. Importul din Golful Persic a crescut cu 45%.

● Austria a importat în anul 1972, 9 823 526 t hidrocarburi reprezentînd 5 864,5 mil. șilingi (față de 9 035 094 t și 5 857,8 mil. șilingi în anul 1971), din care: petrol brut 5 205 368 t (în valoare de 2 713 mil. șilingi), produse finite 3 417 808 t (valoare de 2 614 mil. șilingi) și gaze naturale 1 526,8 mil. m³ (în valoare de 537 mil. șilingi).

S-au exportat 215 687 t produse finite, reprezentînd 309,25 mil. șilingi.

● La Kinneil, în apropiere de Grangemouth se vor construi două unități de separare și tratare a gazelor de sondă din zăcămîntul Forties. Prima unitate va fi dată în funcțiune în anul 1974, și a doua în anul 1975, corespunzînd celor două faze de dezvoltare a zăcămîntului Foreties. Capacitatea globală de tratare este de 20 mil. t/an.

● Se va construi în apropiere de Sydney o rafinărie cu o capacitate minimă de 3,75 mil. t/an pentru asigurarea consumului din Noua Galie de Sud în cursul următorilor 10 ani. Costul acestei rafinării este estimat la 80 mil. dolari australieni.

● În Canada, Panarctie Oils Ltd confirmă existența unui zăcămînt important de gaze naturale pe insula Melville, în regiunea arctică, la 50 km la est de zăcămîntul de la Drake Point.

● S-au descoperit gaze naturale la vest de Oklahoma, la sonda Weber nr. 1—17, cu un debit de 335 000 m³/zi și petrol cu un debit de circa 300 t/zi la sonda Tweit nr. 1, la nord-vest de Montana.

● În sectorul norvegian al Mării Nordului, teste efectuate de Phillips Petroleum în structura Eldfisk situată la 22 km la sud de Ekofist au dat un debit de 1 200 t/zi de petrol brut de 37 °API la o adîncime între 2 745 și 2 859 m. Este cel mai bun rezultat din acest sector. Se vor efectua noi foraje în această regiune.

● În Ungaria în anul 1972 s-au produs 2 mil. t petrol brut și s-au importat 5,9 mil. t din U.R.S.S. și 1 mil. t din Irak.

# RECENZII

* * * **Les applications industrielles du gaz naturel.** (APLICAŢII INDUSTRIALE ALE GAZULUI NATURAL) Ed. Graphiques Artistiques Cega de la S—té J. et Sennac —Paris, 1972, 120 p.

Etapa actuală se caracterizează printr-o cerere sporită şi un ritm susţinut de gaze naturale.

Puterea calorică ridicată a determinat utilizarea lor cu precădere drept combustibil pentru uz casnic şi industrial.

În prezent gazele naturale avînd în vedere avantajele pe care le prezintă în combaterea poluării, cît şi a utilizărilor potenţiale noi, înregistrează o ascensiune rapidă.

Lucrarea respectivă este alcătuită din şapte capitole, ilustrată cu un bogat material grafic format din numeroase tabele şi figuri ce ajută la înţelegerea celor prezentate.

În primul capitol sînt analizate caracteristicile fizice şi chimice ale gazului natural din Franţa.

În continuare în capitolele II, III şi IV sînt tratate pe larg sectoarele unde gazele naturale au o bună valorificare, ca, de exemplu: industria chimică, metalurgie, siderurgie şi în distribuţia publică.

Astfel s-a constatat că în consumul casnic datorită avantajelor pe care le prezintă atît pentru încălzirea centrală, cît şi pentru abonaţi individuali, vînzările de gaze în acest sector au crescut.

Penultimul capitol tratează despre folosirea gazului natural în industria materialelor de construcţii.

În ultimul capitol se pecizează că în special în industria chimică se poate realiza valorificarea maximă a gazelor naturale. Prin chimizarea lor valoarea acestora poate spori de un număr impresionant de ori, de zeci sau chiar sute de ori. De aceea şi cota parte deţinută de industria gazelor în ţările puternic industrializate este ridicată de 21% în R.F. Germania, 25% în Franţa, 27% Italia.

Dezvoltarea industriei gazelor naturale rămîne însă în directă legătură cu ritmul necesitat de consumul energetic al principalelor ţări industrializate sau în curs de industrializare. Prin modul de tratare al problemelor la un nivel sperior, pe baza unei bogate documentaţii, lucrarea respectivă aduce o importantă contribuţie în domeniul respectiv.

Jean A. Ternisien. **Les pollutions et leurs effets.** (POLUAREA ŞI EFECTELE EI) Ed. Presses Universitaires de France, Paris, 200 p., 1972

Epoca noastră se caracterizează printr-o intensă dezvoltare a ştiinţei, a industriei şi a tuturor activităţilor omeneşti. O dată cu marile realizări tehnice se obţine însă şi o tendinţă de dezechilibru în mediu natural. Un aspect al acestui dezechilibru produs în urma activităţii umane îl constituie şi poluarea.

Lucrarea respectivă cuprinde un ansamblu de cunoştinţe ştiinţifice şi tehnice privitoare la poluarea atmosferei şi efectele ei asupra mediului înconjurător.

Cartea respectivă pune la îndemîna specialiştilor din industria petrolieră, chimică şi metalurgică soluţiile cele mai moderne de rezolvare a problemelor pentru combaterea impurificării atmosferei cu pulberi de gaze. Lucrarea este alcătuită din două părţi ilustrată cu numeroase figuri, tabele şi diagrame.

În prima parte se face un scurt istoric al poluării atmosferei împreună cu o descriere a caracteristicilor principalilor poluanţi eliminaţi de industria chimică şi petrochimică.

În continuare autorul tratează despre factorii determinanţi ai impurificării aerului, sursele de impurificare industriale şi artificiale, clasificarea şi efectele lor asura omului. Un capitol întreg este consacrat surselor de impurificare cu gaze a spaţiilor uzinelor chimice şi a rafinăriilor datorită faptului că poluarea provine în mod obişnuit de la substanţele toxice eliminate de acestea, cît şi datorită reziduurilor masive industriale ce se concentrează în jurul uzinelor.

În continuare se arată că în urma cercetărilor întreprinse, s-a constatat că atît industria chimică, cît şi industria petrochimică au un caracter complex, impurificînd atît atmosfera, cît şi apa şi chiar alimentele prin compuşii săi (sulf, bioxid de sulf, bioxid de carbon, hidrocarburi etc.). Capitolul următor tratează despre originea şi caracteristica poluării asupra mediului înconjurător.

Partea a doua a lucrării cuprinde principalele efecte ale poluării asupra omului, aparatele, metodele şi măsurile ce trebuie luate pentru combaterea impurificării aerului.

Se descriu aparatele şi instalaţiile necesare precum şi procesele tehnologice moderne de rezolvare a problemelor pentru combaterea impurificării atmosferei cu pulberi de gaze.

Penultimul capitol tratează despre efectele poluării asupra centrelor urbane şi se încheie cu urmările poluării asupra florei şi faunei terestre.

Lucrarea se întemeiază pe un bogat material experimental şi pe o vastă documentare bibliografică.

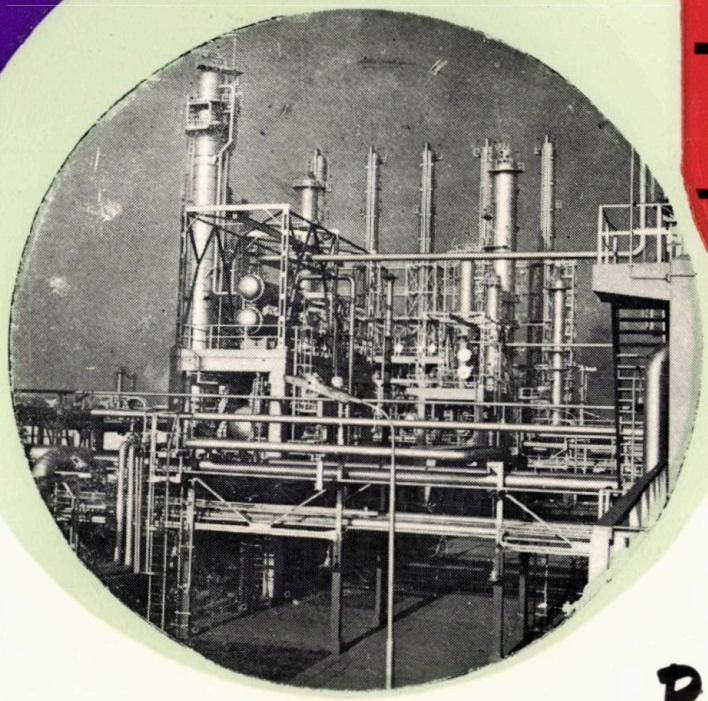
Materialul lucrării este de a se înscrie cu o contribuţie valoroasă într-o tratare ştiinţifică a unui subiect foarte vast şi de o mare actualitate.

Revista PETROL şi GAZE. Redacţia: Bucureşti, Calea Plevnei, 139, telefon 49.22.60 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Calea Plevnei 139 cont 640 302-14. Banca Naţională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8. Taxele poştale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I.P.I.c. 2945

14 330

# centrala industrială de rafinării și petrochimie PLOIEȘTI



## PRODUCE

Propilenă pentru polimerizare
Propilenă pentru sinteze organice
Oxid de etilenă
Glicoli și poliglicoli
Anhidridă ftalică
Anhidridă maleică
Fenol
Acetonă
Clorură de colină
Polietilenă pentru:
— film
— injecție
— corpuri suflate
— uz general
Metil-etil-cetonă
Etilmercaptan
Acetilenă tehnică
Benzină auto COR 75
Benzină auto COR 88
Benzină auto COR 90
Benzină auto COR 92
Benzină auto COR 98
Benzen
Toluen
Ortoxilen
Metaxilen
Paraxilen
Petrol lampant
Combustibil pentru turboreactoare
Motorină cong. — 5°C
Motorină cong. — 10°C
Motorină cong. — 15°C 2 U
Aragaz
Cocs petrol
Combustibil pentru calorifer

# RAFINARIA

1973 AUG 31

## PRODUCE:

— PARA—XILEN de puritate 99,2% pentru fabricarea fibrelor sintetice poliesterice,

— ORTO—XILEN de puritate 99,6% pentru fabricarea anhidridei ftalice,

— ETIL—BENZEN de puritate 99,6% pentru fabricarea stirenului;

— BENZEN, TOLUEN, META—XILEN și o gamă largă de hidrocarburi parafinice ușoare pentru industria chimică și pentru uzul casnic.

## LIVREAZĂ:

- *benzine super auto și avio*
- *combustibili pentru motoare cu reacție*
- *petroluri și motorine superioare*
- *hidrocarburi aromatice de înaltă puritate*
- *gaze lichefiate pe bază de repartiții*

E 1445

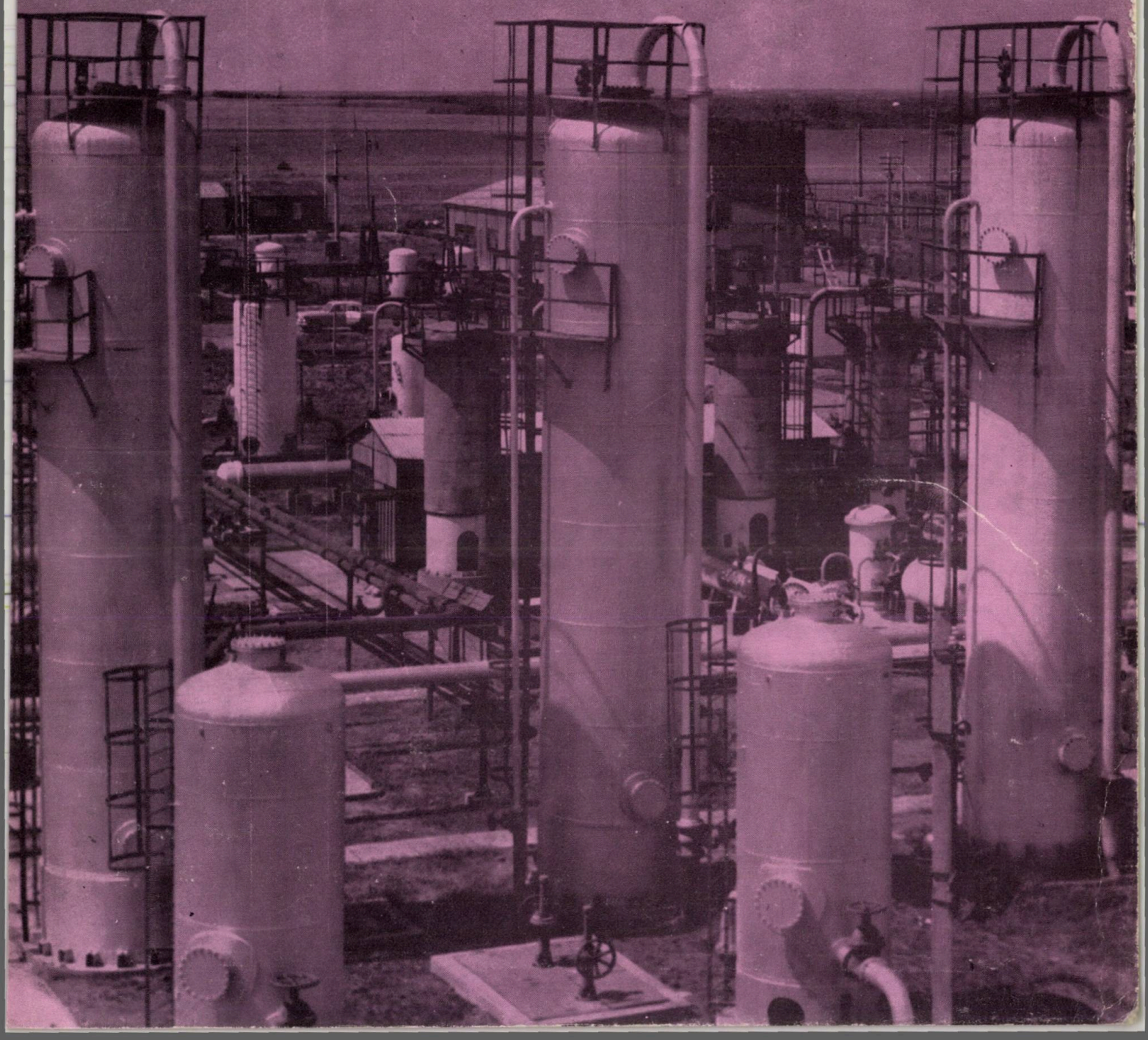
# PETROL ŞI GAZE

8

AUGUST 1973

Vol. 24, p. 457 — 512

BUCUREŞTI — ROMÂNIA



# INTREPRINDEREA PAMID

**Întreprinderea PAMID, prin atelierul său de imprimare, legătorie și compartimentul de editură, realizează pentru întreprinderile și instituțiile din sectorul petrolier o gamă variată de lucrări, de la prezentarea grafică și tehnoredactare, pînă la tipărire și finisare:**

pamid

- **Broșuri tehnice de protecție a muncii, indicatoare, nomenclatoare etc.**
- **Cataloage comerciale pentru țară și străinătate**
- **Prospecte și pliante pentru popularizarea unor produse noi, a unor inovații, sau pentru reclamă peste hotare**
- **Afișe și afișete de protecție a muncii, planuri tematice de invenții inovații și raționalizări etc.**
- **Agende de birou și buzunar**
- **Calendare de perete și birou**
- **Programe pentru simpozioane tehnico-științifice, congrese etc.**
- **Diverse imprimate administrative; fișe de evidență, registre, formulare, etichete etc.**
- **Diverse lucrări de legătorie, broșarea unor materiale xerografiate, copertarea unor lucrări, mape, albume, legitimații etc.**

*Pentru orice relații vă puteți adresa serviciului comercial telefon: 12.94.04.*
*Comenzile se primesc pe adresa: Str. Biserica Amzei nr. 23, sectorul I, București.*
*Vă asigurăm că toate comenzile dvs. vor fi onorate în timp și în condiții de bună calitate.*

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 8
august 1973


## CUPRINS


* * * **În cinstea marii sărbători a eliberării patriei** 463—464

D. Paraschiv şi D. Beju: **Contribuţii la cunoaşterea stratigrafiei Cambro-Ordovicianului din Platforma Moesică** 465—471

E. Tottolo: **Determinarea construcţiei coloanelor de tubaj cu ajutorul unui calculator electronic mare** 472—481

N. Oprişan: **Evidenţa căderilor de presiune în spatele coloanelor** 482—484

L. Iosifescu: **Factorii care determină apariţia crustelor în sistemele de extracţie şi transport al ţiţeiului** 485—488

F. Popescu, T. Basarabescu şi M. Oprescu: **Cu privire la utilizarea unor agenţi activi de suprafaţă la dezemulsionarea ţiţeiului** 489—591

E. Bîrsan, Şt. T. Mocuţa şi V. Giuclea: **Cu privire la exploatarea zăcămintelor de gaze în regim de împingere naturală a apei** 492—496

P. Tomi, M. Neagoe şi N. Iuoţaş: **Analiza cromatografică a unor monoolefine cuprinse în domeniul $C_6$—$C_{12}$** 497—500

**Documentare** 501—507

**Informaţii tehnico-economice** 508—509

**Recenzii** 510

**Cronică** 511

# CHIMPEX

## CONSTANŢA

**Str. Caraiman nr. 2, Telex 014273, telefon 11316, sau 24320**

*Se ocupă de realizarea exportului şi importului de produse chimice şi petroliere pentru porturile Constanţa, Brăila, Galaţi, Giurgiu*

## PRINCIPALELE PRODUSE PETROLIERE EXPORTATE SÎNT:

BENZINE PENTRU AUTOMOBILE ■ BENZINE PENTRU AVIOANE ■ PETROL PENTRU TRACTOARE ■ COMBUSTIBIL DIESEL ■ COMBUSTIBIL DIESEL, pentru nave maritime şi fluviale ■ PETROL LAMPANT ■ COMBUSTIBIL PENTRU TURBOREACTOARE – produse caracterizate prin puritate, stabilitate chimică şi volatilitate rapidă şi completă ■ COMBUSTIBIL PENTRU ÎNCĂLZIRE ■ O GAMĂ FOARTE VARIATĂ DE ULEIURI LUBRIFIANTE ■ UNSORI CONSISTENTE ■ BITUM INDUSTRIAL ■ PARAFINĂ ■ PRODUSE PETROLIERE din procese secundare de prelucrare a ţiţeiului ■ SOLVENŢI PETROLIERI ■ BITUM PENTRU DRUMURI

## EXPORTĂM DE ASEMENEA:

HIDROCARBURI AROMATICE ■ VASELINE ■ ULEIURI ALBE

*ALTE PRODUSE:*

***– Acetat de vinil monomer, anvelope, acid acetic, acetat de vinil, B naftol, bachelită, bicarbonat, bicromat, coloranţi carbid (diverse sortimente), detoxan, extras de tanin, fibre poliester, nitrocalcar, polietilenă, plăci de celuloid, polistiren, negru de fum, sulfat de aluminiu, sulfat de sodiu. sodă caustică, uree, sodă grea etc.***

# CONTENTS

* * *

**Editorial** 463

D. PARASCHIV, D. BEJU

**Contribution to the Knowledge of the Stratigraphy of Cambro-Ordovician in the Moesic Platform** 465

E. TOTTOLO

**Determining the Construction of Casing Strings by Means of a Big Electronic Computer** 472

N. OPRIŞAN

**Recording the Pressure Drops Behing the Casings** 482

L. IOSIFESCU

**The Factors Determining the Occurrence of Crusts in the Oil Extraction and Transport Systems** 485

F. POPESCU, T. BASARABESCU, M. OPRESCU

**Concerning the Use of Some Active Surfactans in Crude Oil Demulsification** 489

E. BÎRSAN, ŞT. T. MOCUŢA, V. GIUCLEA

**Considerations concerning the Exploitation of Gas Fields in Natural Water Pushing Regime** 492

P. TOMI, M. NEAGOE, E. IUONAŞ

**The Chromatographic Analysis of Some Mono — olefines Comprised in the $C_6$ — $C_{12}$ Field** 497

D. Paraschiv, D. Beju: **Contribution to the Knowledge of the Stratigraphy of Cambro-Ordovician in the Moesic Platform**

The Cambro-Ordovician in the Moesic Platform consisting of deposits practically exclusively detritic whose thickness can reach 1,200 m comprises two main lithostratigraphic units :

— The limestone-quartzitic series, at the basis, with thicknesses of about 800—900 m, respresenting after the palino-protistological elements, the Cambrian and Lower Ordovician ;

— The argillitic series (250—300 m thick) with graptolites and lower ordovician flora and with Acritarcha and higher Ordovician chitinozoa.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973. p. 465
D.C. 551.7

E. Tottolo : **Determining the Construction of Casing Strings by Means of a Big Digital Electronic Computer**

The determination of the thickness of casing walls from the bottom to the mouth of the hole is made on the basis of the plasticity ellipse equation.

The manual calculus for solving this equation are most laborious. A step forward in this matter has been made at the Crude Oil and Gas Research and Design Institute by programming the equation on a desk electronic computer Olivetti Programma 101 exposed in a previous issue of this periodical.

The present paper shows the algorythm on the basis of which the programming of the solving of the mentioned equation has been made with a big electronic computer. The results obtained with this computer are compared with those obtained by a desk electronic computer.

It is also pointed out that the big electronic computer allows to make studies concerning the casing profiles as for instance the extension of casing types in order to reduce the metal consumption in well casings.

Petrol şi Gaze, **24** nr. 8, 1973, p. 472
D.C. 622.245.1:681.3

N. Oprişan : **Recording the Pressure Drops Behing the Casings**

Excessive pressures on the productive layers occur during the running of casing and cementing especially when working with flows. In most cases, the pressure drops in the annular space are higher than inside the casings. Therefore, a high percentage of the circulation pressure is represented by the pressure exerted on the fields.

The operators performing the running of casing and cementing works can use an ,,On'' coefficient, which, multiplied with the circulation pressure gives some information concerning the pressure drops in the annular space.

The ,,On'' coefficient is exposed in table 3.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973 p. 482
D.C. 622.245.13

L. Iosifescu: **The Factors Determining the Occurrence of Crusts in the Oil Extraction and Transport Systems**

In the oil extraction system, purification, transport and residual water injection, two types of deposits are met with, namely the sludges and the crusts. The sludges result from the sedimentation of the materials contained in suspension in the formation waters (clays, marls, sand, crude oil), whereas the crusts result from the crystallization and depositing of some quantities of mineral salts contained by them in solution. The main causes of the crystallization of salts in solution are : the displacement of the chemical equilibrium and the supersaturation of water in a certain component, the development of micro-organisms etc.

The factors determining these changes in the chemism of waters produced with the oil are :

— the pressure drop;
— the temperature variations;
— the change of initial mineralogical composition;
— the mixture of waters with different physical and chemical characteristics.

The crust formation speed is not always the same since it depends on salt concentration, salt stability degree, water volume vehiculated, as well as on the pressure and temperature gradients in the system.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 8, p. 485
D.C. 622.276.5:622.692.4

F. Popescu, T. Basarabescu, M. Oprescu: **Concerning the Use o Some Active Surfactants in Crude Oil Demulsification**

The paper presents the results obtained from laboratory research and field experiments concerning the demulsification of a heavy asphaltous crude oil, by using a product of the type block-copolymer $E_{96}$, synthesized and produced at the Crude Oil and Gas Research and Design Institute in Cîmpina, from 1969 to 1970. The product is compared with the indigenous non-ionic product $STN_3$ and with an imported product.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 489
D.C. 661.185:665.622.43

E. Bîrsan, Şt. T. Mocuţa, V. Giuclea: **Considerations concerning the Exploitation of Gas Fields in Natural Water Pushing Regime**

The behaviour and evolution of the exploitation by water advancing of a gas field are presented. The results obtained confirmed the estimations contained in the relevant literature concerning the achivement of a reduced final recovery by water washing of gases. Thus, a final recovery factor of 60% resulted in the case of Gura Şuţii field. The value of the remanent gas saturation in the flooded zone remained constant during the exploitation (about 39%).

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8. 1973, p. 492
D.C. 622.276.21

# СОДЕРЖАНИЕ


* * *

**Передавая статья** 463

Д. ПАРАСКИВ, Д. БЕЖУ

**К вопросу распознавания стратиграфии Кембри-Ордовического периода из Мезийской Платформы** 465

Е. ТОТТОЛО

**Определение конструкции обсадных труб при помощи большой электронной счетнорешающей машины** 472

Н. ОПРИШАН

**Учет перепадов давления сзади обсадных труб** 482

Л. ИОСИФЕСКУ

**Определяющие факторы по появлению корок в системе добычи и транспортировки нефти** 485

Ф. ПОПЕСКУ, Т. БАСАРАБЕСКУ, М. ОПРЕСКУ

**Относительно использования ряда активных поверхностных агентов по деэмульгированию нефти** 489

Е. БЫРСАН. ШТ. Т. МОКУЦА. В. ДЖЮКЛЯ

**Относительно эксплуатации газа в режиме натурального вытеснения воды** 492

П. ТОМИ. М. НЯГОЕ, Е. ЮОНАШ

**Хроматографический анализ ряда моноолефинов содержащихся в области $C_6$—$C_{12}$** 497


Д. Параскив, Д. Бежу: **К вопросу распознавания стратиграфии Кембри-Ордовического периода из Мезийской Платформы.**
Кембри-Ордовическая стратиграфия из Мезийской Платформы образованная, практически, исключительно из детритовых отложений, толщина которых может составить 1200 м, состоит из двух основных литостратиграфических единиц:

— Серия кварцового песчаника, в основе, с толщиной от 800—900м представляющей, согласно полино-протистологическим элементам нижний Кембрийский и Ордовический периоды;

— Серия глинистая (250—300 м тольщины) с графтолитами и с нижне ордовической микрофлорой и с актритархами и хитинозорами из верхне-ордовического периода.


Petrol şi Gaze, **24**, nr, 8, 1973, p. 465
Д.К. 551.7


Е. Тоттоло: **Определение конструкции обсадных труб при помощи большой электронной счетнорешающей машины**
Определение толщины стенок обсадных труб от забоя до устья скважины проводится на основе уравнения эллипса пластичности. Ручные расчеты по решению этого уравнения очень трудоёмки. В этом вопросе Исследовательский Институт Нефтяной и Газовой Промышленности сделал шаг вперед, программируя уравнение на электронной машине Оливетти Программа 101, описанная в одном из прошлых номеров журнала.
В настоящей статье излагается алгоритм на основе которого провели программирование решения упомянутого уравнения на большой электронной машине и сравниваются результаты полученные на этой машине с результатами полученными на электронном счётчике. Указывается также что на большой электронной машине можно проводить изучения по профилям обсадных труб, как например расширение сортиментов труб с целью снижения расхода по металлу при креплении скважин.


Petrol şi Gaze, **24**, nr, 8, 1973, p. 472
Д.К. 622.245.1:681.3


Н. Опришан: **Учет перепадов давления сзади обсадных труб**
Преувеличенные давления, на производственные слои, появляются во время крепления обсадными трубами и цементирования, а в особенности когда работают с большими подачами. В большинстве случаев перепады давления в кольцевом пространстве больше чем перепады давления внутри колонн, что значит что большой процент из циркуляционного давления представляет давление которое воздействует на месторождения. Оперативные работники, рабочие по креплению и цементированию могут пользоваться коэффициентом ,,Он ,,который помноженный на циркуляционное давление, указывает им информативно перепады давления в кольцевом пространстве. Коэффициент ,,Он'' изложен в таблице 3.


Petrol şi Gaze, **24**, nr, 8, 1973, p. 482
Д.К. 622.245.13


Л. Иосифеску: **Определяющие факторы по появлению корок в системе добычи и транспортировки нефти**
В системе добычи нефти, очистки, транспортировки и заводнения отработанной воды, встречаются два типа отложений: шламы и корки. Шламы возникают из осаждения материалов имеющихся в взвешенном состоянии в воде нефтяных месторождений (глины, сланцевые глины, песок, нефть) в то время как корки возникают из кристаллизации и осаждения некоторого количества из миенральных солей которые они содержат в растворенном виде. Основные причины кристаллизации солей из растворов являются: перемещение химического равновесия и перенасыщение воды какого либо из компонентов, развитие микроорганизмов идт.
Факторы которые определяют эти изменения в химизме воды получаемой вместе с нефтью следующие:

— падение давления
— изменение температуры
— изменение первичного минералогического состава
— смесь воды с различными физико -химическими характеристиками

Скорость образования корок не всегда одинакова, она зависит от концентрации в солях, от степени их стабильности, объема передвижимой воды, а также от градиентов давления, температуры в системе.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 485
Д.К. 622.276.5:622.692.4


Ф. Попеску, Т. Басарабеску, М. Опреску: **Относительно использования ряда активных поверхностных агентов по деэмульгироанию нефти**
В работе приводятся результаты полученные во время лабораторных исследований и испытаний проведенных на промысле по деэмульгированию тяжелой нефти асфальтового основания, применяя продукт типа блок-сополимер $E_{96}$, синтетизированный и произведенный Исследовательским Институтом Нефтяной и Газовой Промышленности-Кымпина в 1969—1970 гг. по сравнению с отечественным нейонным продуктом $STN_3$ и с импортным продуктом.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 489
Д.К. 661.185:665.622.43


Е. Бырсан, Шт. Т. Мокуца, В. Джюкля: **Относительно эксплуатации газа в режиме натурального вытеснения воды**
Приводится поведение и эволюция эксплуатации газовой залежи продвижением воды. Полученные результаты подтвердили мнение специальной литературы относительно осуществления конечной добычи восстановления путем промывания газов водой. Таким образом, в случае залежи Гура Шуций вывели конечный фактор восстановления в 60 %. Величины остаточной насыщенности газами в заводуенной зоне осталась постоянной во время эксплуатации (около 39 %)


Petrol şi Gaze, **24** nr, 8, 1973, p. 492
Д.К. 622.276.21

# INHALT


***

**Leitartikel** 463

D. PARASCHIV, D. BEJU

**Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie des Kambro-Ordoviziums in der Moesischen Plattform** 465

E. TOTTOLO

**Aufbaubestimmung der Rohrfahrten mit Hilfe eines grossen elektronischen Digitalrechners** 472

N. OPRIŞAN

**Anzeige des Druckabfalls hinter der Rohrfahrt** 482

L. IOSIFESCU

**Bestimmende Faktoren für die Krustenbildung in Förder-und Transportsystemen des Erdöls** 485

F. POPESCU, T. BASARABESCU, M. OPRESCU

**Über die Anwendung einiger oberflächenaktiven Stoffe bei der Entemulsionierung des Rohöls** 489

E. BÎRSAN, Şt. T. MOCUŢA, V. GIUCLEA

**Über die Ausbeutung der Gaslagerstätten unter den Bedingungen des natürlichen Wassertriebs** 492

P. TOMI, M. NEAGOE, E. IUONAŞ

**Chromatographische Analyse einiger Monoolefine im Bereich $C_6-C_{12}$** 497


D. Paraschiv, D. Beju: **Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie des Kambro-Ordoviziums in der Moesischen Plattform**

Das Kambro-Ordovizium in der Moesischen Plattform bildet praktisch ausschliesslich Detrituslagerstätten, mit einer Dicke bis 1200 m und umfasst zwei lithostratigraphische Haupteinheiten: Eine Schiefer-Quarzreihe, an der Basis, mit einer Dicke von 800—900 m, die nach den palino-protistologischen Elementen das Kambrium und das Unteren Ordovizium darstellt und die Tonschichtreihe (250—300 m Dicke) mit Graptolithen und Mikroflora des Unteren Ordoviziums und mit Akrytarchen und Chitinozoren des Oberen Ordoviziums.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 465
D.K. 551.7


E. Tottolo: **Aufbaubestimmung der Rohrfahrten mit Hilfe eines grossen elektronischen Digitalrechners**

Die Bestimmung der Wandungsdicke der Bohrrohre von der Sondensohle bis zum Bohrloch erfolgt aufgrund der Plastizitätsellipsengleichung. Die Berechnung dieser Gleichung von Hand erweist sich als äusserst umständlich. In weiterer Schritt in dieser Richtung wurde durch die Programmierung der Gleichung an einem elektronischen Tischrechner Olivetti Programm 101 getan, wie in einem vorangehenden Heft der Zeitschrift dargelegt wurde. In vorliegender Arbeit wird der Grundlogarithmus der Programmierung dieser Gleichung an einem Grossrechenautomaten dargelegt und die, mit Hilfe dieser beiden Rechner erzielten Ergebnisse verglichen. Es wrd darauf hingewiesen, dass an Grossrechenautomaten auch das Profil der Rohrfahrt, wie z.B. die Ausweitung des Rohrsortiments im Hinblick auf die Senkung des Metallverbrauchs bei der Sondenverrohrung errechnet werden kann.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 472
D.K. 622.245.1:681.3


N. Oprişan: **Anzeige des Druckabfalls hinter der Rohrfart**

Ein übermässiger Druck auf die Förderschicht entsteht während der Verrohrung und Zementierung, vor allem bei grosser Förderleistung. In den meisten Fällen ist der Druckabfall hinter dem Ringraum grösser als innerhalb der Rohre. Der Umlaufdurck stellt demanch einen höheren Prozentsatz als der, auf die Lagerstätte ausgeübte Druck dar. Bei den Verrohrungs-und Zementierungsarbeiten kann ein Koeffizient „On" verwendet werden, der mit dem Umlaufdruck multipliziert informative Daten über den Druckabfall im Ringraum liefert. Dieser Koeffizient wird in Tabelle 3 angegeben.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 482
D.K. 622.245.13


L. Iosifescu: **Bestimmende Faktoren für die Krustenbildung in Förder-und Transportsystemen des Erdöls**

Im System der Erdölförderung, Reinigung, Transport und Einspritzung von Abwässern sind zwei Arten von Absetzungen anzutreffen: Schlamm und Krusten. Der Schlamm entsteht durch die Absetzung von Suspensionsteilchen aus dem Schichtwasser (Ton, Mergel, Sand, Erdöl) während die Krusten auf die Kristallisierung und Absetzung eines Teils der, in diesen Lösungen enthaltenen Mineralsalze zurückzuführen sind. Hauptursachen der Kristallisierung dieser Salze sind: Verlagerung des chemischen Gleichgewichts und Übersättigung des Wassers in einer gewissen Zusammensetzung, Entwicklung von Mikroorganisme usw. Die Faktoren, die diese Veränderung im Chemismus des, gemeinsam mit dem Erdöl geförderten Wassers bewirken sind: Durckabfall, Temperaturveräderungen, Veränderung der ursprünglichen mineralogischen Zusammensetzung und Vermischung von Wasser mit unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften. Die Geschwindigkeit der Krustenbildung ist nicht immer die gleiche und ist von der Salzkonzentration, deren Stabilitätsgrad, der Menge des beförderten Wassers und den Druck-und Temperaturgradienten im System bedingt.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 485
D.K. 622.276.5:622.692.4


F. Popescu, T. Basarabescu, M. Oprescu: **Über die Anwendung einiger oberflächenaktiven Stoffe bei der Entemulsionierung des Rohöls**

Die Vefasser beschreiben die Ergebnisse einer Reihe von Labor-und Experimentalforschungen im Bohrgelände, im Hinblick auf die Entemulsionierung eines schweren asphalthaltigen Erdöls. Verwendet wurde ein Erzeugnis, Typ Blockmischpolymer $E_{96}$, das im Forschungsinstitut für Petrochemie, Erdöl und Erdgas Cîmpina in den Jahren 1969—1970 synthetisiert und hergestellt wurde, im Vergleich mit dem nichtionischen einheimischen Erzeugnis $STN_3$ und einem importiertem Erzeugnis.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 489
D.K. 661.185:665.622.43


E. Bârsan, Şt. T. Mocuţa, V. Giuclea: **Über die Ausbeutung der Gaslagerstätten unter den Bedingungen des natürlichen Wassertriebs**

Das Verhalten und der Ausbeutungsverlauf eines Gasvorkommens unter den Bedingungen eines natürlichen Wassernachschubs wird dargelegt. Die erzielten Ergebnisse bestätigten die, in der Fachliteratur, über eine herabgesetzte Endrückgewinnung durch Wasserspülung der Gase verzeichneten Daten. Für den Fall der Lagerstätte von Gura Şuţii, wurde ein Rückgewinnungsfaktor in der Endphase von 60% erreicht. Der Wert der remanenten Sättigung im Gas verblieb in der überfluteten Zone, während der Ausbeutung, konstant (etwa 39%).


Petrol şi Gaze, **24** nr. 8, 1973, p. 492
D.K. 622.276.21

# SOMMAIRE

* * *

**Editorial** 463

D. PARASCHIV, D. BEJU

**Contributions à la connaissance de la stratigraphie du Cambro-Ordovicien de la Plate-forme Mésique** 465

E. TOTTOLO

**La détermination de la construction des colonnes de tubage à l'aide d'un grand calculateur électronique numérique** 472

N. OPRIŞAN

**L'évidence des chutes de pression derrière les colonnes** 482

L. IOSIFESCU

**Les facteurs qui déterminent l'apparition des croûtes dans les systèmes d'extraction et de transport du brut** 485

F. POPESCU, T. BASARABESCU, M. OPRESCU

**Au sujet de l'utilisation de certains agents actifs de surface au désémulsionnement du brut** 489

E. BÎRSAN, ŞT. T. MOCUTA, V. GIUCLEA

**L'exploitation des gisements de gaz en régime de poussée naturelle de l'eau** 492

P. TOMI, M. NEAGOE, E. IUONAŞ

**L'analyse chromatographiyue de cers taines monooléfines contenues dans le domaine $C_6$—$C_{12}$** 497

D. Paraschiv, D. Beju: **Contributions à la connaissance de la stratigraphie du Cambro-Ordovicien de la Plate-forme Mésique**

Le Cambro-Ordovicien de la Plate-forme Mésique, constitué de dépôts pratiquement exclusivement détritiques dont l'épaisseur peut atteindre 1200 m, se compose de deux unités lithostratigraphiques principales :

— La série gréseuse-quartzitique, à la base, avec des épaisseurs de 800 à 900 m, représentant, d'après les éléments palino-protistologiques, le Cambrien et l'ordovicien inférieur ;

— La série argilitique (250—300 m d'épaisseur) avec des graptolithes et une microflore ordovicien inférieure et avec des acritarches et chitinozoaires ordovicien supérieurs.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 465
C.D. 551.7

E. Tottolo : **La détermination de la construction des colonnes de tubage à l'aide d'un grand calculateur électronique numérique**

La détermination de l'épaisseur des parois des tubes de forage depuis le fonds jusqu'à l'orifice de la sonde s'effectue sur la base de l'équation de l'ellipse de plasticité. Les calculs manuels pour la solution de cette équation sont très laborieux. Un pas en avant dans ce problème a été effectué à l'Institut de Recherche et Projets pour le Brut et le Gas par la programmation de l'équation à l'aide d'un calculateur électronique de bureau Olivetti Programma 101, exposée dans un numéro antéro antérieur de la revue.

Dans le présent article, on expose l'algorythme sur la base duquel on a effectué la programmation de la solution de l'équation mentionnée sur un grand calculateur électronique et on compare les résultats obtenus par ce calculateur a ceux obtenus par un calculateur électronique de bureau.

On indique également que le grand calculateur électronique permet d'effectuer des études sur les profils des colonnes de tubage, comme par exemple l'extension des assortiments de tubes, en vue de réduire la consommation de métal au tubage des sondes.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 472
C.D. 622.245.1:681.3

N. Oprişan: **L'évidence des chutes de pression derrière les colonnes**

Des pressions exagérées sur les couches productives apparaissent durant les opérations de tubage et cimentation, notamment quand on travaille à grands débits. Dans la plupart des cas, les chutes de pression dans l'espace annulaire sont plus grandes que les chutes de pression à l'intérieur des tubes, donc un grand pour centage de la pression de circulation est représentée par la pression qui s'exerce sur les gisements.

Les opérateurs des travaux de tubage et de cimentation peuvent utiliser un coefficient ,,On'', qui, multiplié par la pression de circulation indique, de façon informative, les chutes de pression dans l'espace annulaire. Ce coefficient ,,On'' est exposé dans le tableau 3.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 482
C.D. 622.245.3

L. Iosifescu: **Facteurs déterminants pour l'apparition des croûtes dans le système d'extraction et de transport du brut**

Dans le système d'extraction du brut, l'épuration, le transport et l'injection des eaux résiduelles, on rencontre deux types de dépôts : les boues et les croûtes. Les boues proviennent de la sédimentation des matériaux contenus en suspension dans les eaux de gisement (argiles, marnes, sable, brut), tandis que les croûtes résultent de la cristallisation et du dépôt de certaines quantités des sels minéraux contenus par celles-ci en solution. Les principales causes de la cristallisation des sels contenus dans la solution sont : le déplacement de l'équilibre chimique et la sursaturation de l'eau en un certain composant, le développement des miero-organismes etc.

Les facteurs qui déterminent ces modifications dans le chimisme des eaux produites avec le brut sont :

— la diminution de la pression ;
— les variations de température ;
— le changement de la composition minéralogique initiale ;
— le mélange d'eaux aux caractéristiques physico-chimiques différentes

La vitesse de formation des croûtes n'est pas toujours la même : elle dépend de la concentration en sels, du degré de stabilité de ceux-ci, du volume d'eau véhiculé, ainsi que des gradients de pression, de temperature du système.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 485
C.D.622.276.5:622.692.4

F. Popescu, T. Basarabescu, M. Oprescu: **Au sujet de l'utilisation de certains agents actifs de surface au désémulsionnement du brut**

On présente les résultats obtenus par les recherches de laboratoire et les expériences effectuées, sur le chantier, en ce qui concerne le désémulsionnement du brut asphalteux lourd, en utilisant le produit du type bloc copolymère $E_{96}$, synthétise et fabriqué à l'Institut de Recherches et Projets pour le Brut et le Gaz de Cîmpina, de 1969 à 1970, le produit mentionné étant comparé au produit non-ionique indigène $STN_3$ et à un produit importé.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 489
C.D. 661.185:665.622.43

E. Bîrsan, Şt. T. Mocuţa, V. Giuclea: **L'exploitation des gisements de gaz en régime de poussée naturelle de l'eau**

On présente le comportement et l'évolution de l'exploitation à avancement de l'eau d'un gisement de gaz. Les résultats obtenus ont confirmé les appréciations contenues dans la littérature de spécialité en ce qui concerne la réalisation d'une récupération finale réduite par lavage à eau des gaz. Ainsi, pour le cas du gisement de Gura Şuţii, il est résulté un facteur final de récupération de 60 %. La valeur de la saturation rémanente en gaz de la zone inondée est restée constante durant l'exploitation (environ 39 %).

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 8, 1973, p. 492
C.D. 622.276.21

# ÎN CINSTEA MARII SĂRBĂTORI A ELIBERĂRII PATRIEI

Angajate cu însufleţire în marea bătălie pentru realizarea cincinalului înainte de termen, colectivele de muncă din întreprinderile de foraj, din schelele de extracţie, din institute de proiectare şi cercetare au obţinut succese deosebite în întîmpinarea sărbătoririi zilei de 23 August. Aceste succese se încadrează în efortul general, făcut pentru atingerea obiectivelor menite să contribuie la dezvoltarea industriei petroliere.

La Conferinţa Naţională a Partidului din iulie 1972, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, arăta : „Pentru a asigura dezvoltarea economico-socială rapidă a României, se va acorda o deosebită atenţie lărgirii bazei energetice şi de materii prime. Vor fi intensificate prospecţiunile geologice pe întreg cuprinsul ţării în vederea identificării de noi zăcăminte. O sarcină importantă este elaborarea de tehnologii de exploatare şi prelucrare care să permită folosirea cît mai eficientă a tuturor resurselor existente în ţară, inclusiv a celor cu conţinut de substanţe utile redus".

Perspectivele mărite, oglindite în raportul secretarului general al partidului, au stimulat noi energii creatoare, au constituit un puternic imbold în activitatea petroliştilor, pentru înfăptuirea sarcinilor în cel de al treilea an al cincinalului. Legea pentru adoptarea planului de dezvoltare economico-socială a Republicii Socialiste România prevede ca în anul 1973 să se extragă 14,2 mil. t ţiţei şi 23,3 mil. $m^3$ gaz metan.

Obiectivele anului 1973 impun folosirea întregii capacităţi şi energii de care dispun muncitorii, inginerii şi tehnicienii care lucrează în industria petrolieră. Pentru că, ceea ce trebuie să stea permanent în atenţia noastră este faptul că sporurile cantitative prevăzute vor trebui obţinute în condiţii de eficienţă economică maximă. Aceasta înseamnă pentru activitatea de foraj extinderea metodelor moderne care să contribuie la creşterea vitezelor mecanice, a metrajului de sapă, şi prin urmare la reducerea preţului de cost pe metru forat.

Anul acesta se continuă extinderea forajului cu jet care în 1975, va trebui să reprezinte peste 50% din volumul lucrărilor. Aplicarea metodelor de optimizare a regimului de foraj, prin îmbunătăţirea programelor de construcţie a sondelor, reducerea consumului de materiale în manoperă, utilizarea sapelor cu diamante şi a unor fluide speciale de foraj, îndeosebi la sondele de mare adîncime, sînt de natură să asigure ridicarea continuă a indicatorilor economici în acest important sector.

Exmplele sînt multe şi este greu să le cuprinzi în cîteva rînduri. Subliniem pe cele mai semnificative, care pot constitui pilde demne de urmat pentru toţi petroliştii noştri.

Anul acesta, aproape o treime din volumul de lucru al cunoscutei unităţi craiovene îl constituie forajul de mare adîncime. În prezent, cinci instalaţii moderne, creaţii ale specialiştilor români, dirijate de tot atîţia brigadieri cu o bogată experienţă în producţie, înaintează spre bogatele resurse de hidrocarburi lichide şi gazoase, avînd fiecare de forat adîncimi între 4 000 şi 6 000 de metri.

Petroliştii de la Schela de foraj Vîlcea au realizat, peste planul primului semestru al acestui an, 4450 m. Peste prevederile de plan a fost început şi terminat forajul la 9 sonde. Aceste rezultate au putut fi obţinute prin punerea în aplicare a tehnologiei de foraj cu jet care a permis menţinerea unui indice ridicat al vitezei de foraj de aproape 20%.

„Nici o instalaţie de foraj sub randamentul planificat, nici un minut neluerat". Iată lozinca aplicată constructiv de către sondorii ploieşteni, care au obţinut la sondele săpate viteze de avansare record.

Obiectivele majore ale muncii petroliştilor din sectorul de extracţie pentru acest an se axează pe exploatarea raţională a rezervelor şi recuperarea cît mai completă a ţiţeiului din zăcămînt. Pentru aceasta, în toate schelele s-au aplicat noi măsuri pe linia perfecţionării tehnologiilor de exploatare, reducerii pierderilor în extracţia şi transportul ţiţeiului şi reactivării fondului de sonde inactive.

Întrecerea socialistă pentru realizarea cincinalului înainte de termen, desfăşurată de colectivele de petrolişti a dat la iveală noi iniţiative menite să asigure îndeplinirea exemplară a sarcinilor ce revin pe linia organizării superioare a producţiei şi a muncii, creşterea producţiei şi a productivităţii, îmbunătăţirea calităţii produselor, reducerea consumului de materiale, sporirea vitezelor de foraj.

Iniţiativele valoroase şi mobilizatoare cum sînt : „Nici o instalaţie sub randamentul planificat" lansată în judeţul Argeş ; „Nici un minut neluerat" aparţinînd petroliştilor de la Mediaş ; „Sondele să producă mai mult şi mai bine" chemare a sondorilor de la Zemeş, sînt larg împărtăşite tuturor colectivelor de petrolişti, generalizate pretutindeni, cu maximum de eficienţă economică.

Neprecupeţind nici un efort în realizarea exemplară a sarcinilor de plan, acţionînd creator, cu spirit de iniţiativă, cu curaj şi perseverenţă, petroliştii scot la iveală resurse importante care vor face ca realizările să fie superioare angajamentelor luate.

O mare atenţie acordă petroliştii din Moineşti aplicării acelor măsuri practice prin care se asigură îmbunătăţirea principalului indicator de eficienţă activităţii : coeficientul de exploatare a sondelor. Se urmăreşte acest lucru, în principal, prin micşorarea timpilor de intervenţii şi reactivarea sondelor din fondul inactiv, pe baza graficului de lucrări întocmit pentru anul în curs. În scopul creşterii indicelui de productivitate a sondelor noi şi vechi, se stimulează afluxul de ţiţei din strat în gaura de sondă, prin aplicarea unor eficiente operaţii tehnologice, aşa cum sînt fisurările hidraulice simple selective, optimizate şi de mare presiune, acidizările, tratamentele cu solvenţi şi tensioactive, curăţirile în talpă etc. În executarea unor asemenea operaţii se ţine seama de tehnologiile cele mai avansate, cadrele tehnice de specialitate fiind antrenate direct în activitatea de îndrumare şi supraveghere tehnică.

O altă importantă cale prin care se acţionează pentru ca fiecare sondă să fie exploatată la potenţialul maxim : la capacităţile de pe noile construcţii productive, unde viiturile de nisip au creat greutăţi în exploatare, s-au iniţiat măsuri vizînd consolidarea stratelor prin injecţie de nisip cuarţos de diferite granulaţii. Această metodă contribuie la menţinerea producţiei sondelor la nivelul unor debite maxime, la creşterea coeficientului lor de exploatare, prin reducerea numărului de intervenţii aferente curăţirilor în talpă. De asemenea continuarea procesului de injecţie a apei în zăcămînt pe vechile structuri productive, ca şi extinderea acestuia în noile zone, asigură menţinerea energiei de zăcămînt şi obţinerea unui factor final de recuperare a ţiţeiului cît mai ridicat. Prin realizarea unui bilanţ optim între cantităţile de fluide injectate şi cele extrase se obţine o avansare uniformă a frontului de apă în zăcămînt, fapt care determină exploatarea la debite mărite a sondelor de reacţie.

Coeficientul de exploatare a sondelor se află în continuă creștere și la schela Berea. Pentru a atenua declinul natural și a menține nivelul producției, aici s-au aplicat peste 90 de măsuri tehnologice : tratamente tensioactive și cu solvenți, curățiri în talpă, adiționări etc. Toate aceste acțiuni au dus la creșterea duratei de funcționare a sondelor depășindu-se astfel angajamentul anual asumat în întrecerea socialistă pe acest an. Asemenea succese sînt înscrise pe panourile de onoare ale tuturor unităților din sectorul de extracție a țițeiului.

În actuala perioadă, activitatea de prelucrare a țițeiului urmărește în continuare adîncirea gradului de prelucrare, în scopul valorificării superioare a tonei de țiței și asigurării industriei chimice cu materii prime.

În ceea ce privește diversificarea producției se pot cita exemple concrete. Printre produsele noi obținute în ultimul timp, se numără uleiurile cu utilizări speciale în diverse ramuri industriale, unsorile consistente destinate construcției de mașini și aditivii pentru uleiurile lubrifiante. S-a lărgit gama sortimentelor de uleiuri superioare pentru motoare de diferite tipuri, cu uleiuri necesare industriei de anvelope și fabricării unor auxiliari pentru industria textilă. S-au produs de asemenea, uleiuri frigorifice și uleiuri pentru impregnarea cablurilor electrice.

De remarcat că sporurile de producție obținute de colectivele de petroliști din rafinării sînt datorate creșterii productivității muncii.

Activitatea petroliștilor este puternic susținută de sectorul de fabricare a utilajelor petroliere. Dintre ultimile realizări amintim : producerea instalației F G – 5, care poate prospecta în orice straturi geologice și condiții de climă la adîncimea de 500 m, și a celei de foraj structural F G – 1, lărgirea gamei de tipuri de sape, prin asimilarea sapelor de foraj cu inserții prin carburi sinterizate.

Succesele deosebite obținute în întrecerea socialistă desfășurată în cinstea zilei de 23 August se datoresc în bună parte măsurilor organizatorice aplicate în toate sectoarele industriei petroliere. Reorganizarea unităților productive, în combinate ale petrolului, schele de foraj și extracție, desființarea unor verigi inutile, simplificarea formularisticii, și mai ales numărul mare de specialiști cu experiență reîntorși în producție, aduc o contribuție importantă la realizarea și depășirea sarcinilor de plan, la aplicarea de metode tehnice avansate.

Însemnatele succese obținute în întîmpinarea zilei de 23 August, dovedesc voința nestrămutată a petroliștilor de a înfăptui angajamentele luate pentru acest an, grăbind astfel atingerea termenului de realizare a cincinalului înainte de termen.

# Contribuții la cunoașterea stratigrafiei Cambro-Ordovicianului din Platforma Moesică

D. Paraschiv și D. Beju

Sectorul Platformei Moesice, situat la nord de Dunăre, este acoperit după cum se știe, de depozite cuaternare și pliocene. Sub acestea, forajele efectuate în ultimii 18 ani au pus în evidență formațiuni geologice mai vechi, aparținînd Paleozoicului, Mezozoicului și Neozoicului.

Gradul de cunoaștere a sedimentarului platformei, mai avansat pentru formațiunile cu adîncimi mici și de vîrstă, în general, mai recentă, se reduce treptat, pe măsura creșterii profunzimii și vechimii depozitelor respective. În această situație, se înțelege că volumul informațiilor despre formațiunile de vîrstă paleozoică și, în special, despre cele cambro-ordoviciene, la care se vor face referiri în continuare, este mult mai limitat.

Numeroase rapoarte și studii de specialitate întocmite pînă în prezent scot în evidență preocuparea pentru descifrarea stratigrafiei și tectonicii formațiunilor cambro-ordoviciene din Platforma Moesică. Dintre aceste lucrări se impune să fie menționate cele întocmite de Murgeanu și Patrulius (1963), Popescu ș.a. (1967), Răileanu ș.a. (1967, 1968), Murgeanu și Spasov (1968), Paraschiv (1972), Beju (1972) etc. Primele dovezi paleontologice (graptoliți) asupra existenței Ordovicianului inferior au fost aduse de către Murgeanu și Spasov (1968). Ulterior, D. Beju (1972), utilizînd criteriul palino-protistologic, confirmă existența Tremadacian-Arenigianului și, în plus, semnalează o asociație microfloristică caracteristică Caradacian-Ashgillianului. Pînă la redactarea acestui articol n-au fost semnalate în literatura publicată elemente paleontologice mai vechi decît Ordovicianul.

Analiza ultimelor informații, ca și reexaminarea unor date mai vechi, duc la concluzia că, pe cuprinsul Platformei Moesice există cel puțin zece sonde care au deschis formațiuni geologice antesiluriene nemetamorfozate, însumînd o grosime de circa 1 200 m. De la V la E, aceste sonde sînt (fig. 1): 1 Strehaia, 28 Iancu Jianu, 25 Corbu, 2881 Călărași, 2803 Iancu-Berlescu, 523 și 2811 Bordei Verde, 1052 Țăndărei, 5091 Medgidia și 5083 Mangalia.

Depozitele presiluriene sînt aproape exclusiv detritice și ar putea fi grupate în două principale unități litostratigrafice: una inferioară, predominant grezoasă-cuarțitică și alta superioară, pelitică (fig. 2).

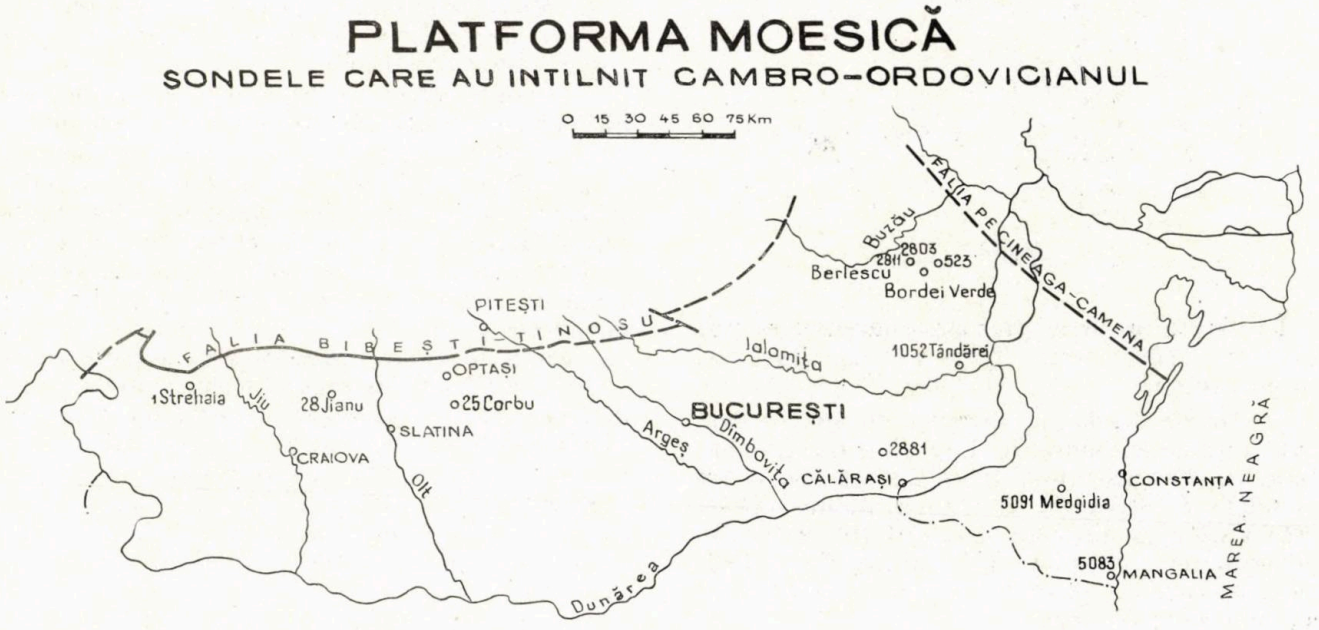



Fig. 1.

1. Seria grezoasă-cuarţitică, a cărei grosime ajunge pînă la 900 m, a fost întîlnită în toate sondele enumerate anterior, mai puţin în forajul 2803 Berlescu.

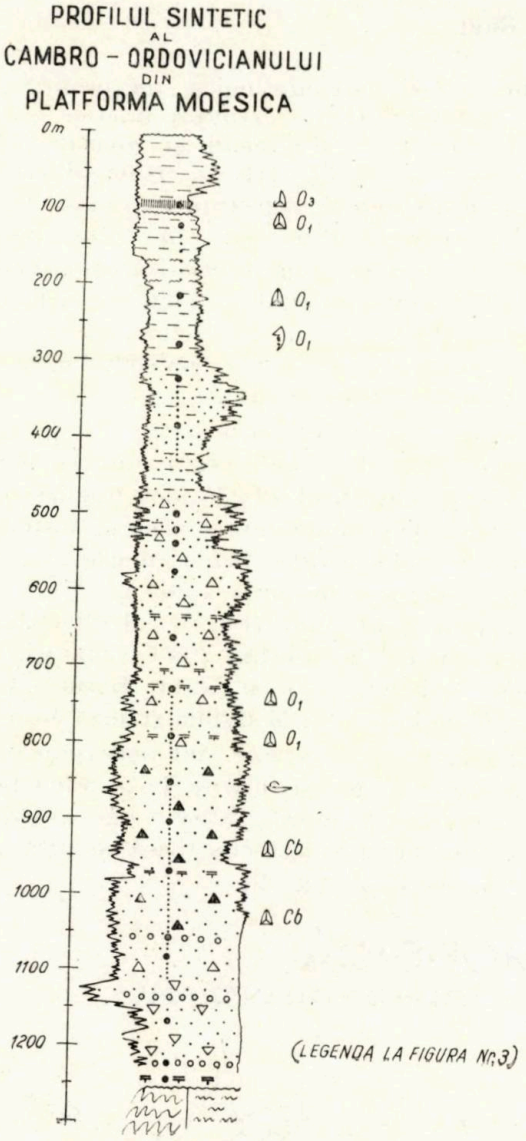



Fig. 2.

În alcătuirea seriei grezoase-cuarţitice se pot distinge următoarele tipuri petrografice mai importante :

— Gresie argiloasă, verzuie, pe alocuri roşcată-vişinie, cu bobul fin, bine cimentată, micaferă, cu diaclaze umplute cu calcită sau cuarţ (sondele 1 Strehaia, 28 Iancu Jianu). Roca este alcătuită dintr-un material fin, aleuritic, echigranular, cimentat prin argilă fină, pelitică, în care se observă cu precădere sericitul, şi, mai ales, cloritul.

— Gresie cu ciment muscovitic şi silicios-sericitic (sondele 25 Corbu, 28 Balş, 5083 Mangalia). Detritusul este format, predominant sau aproape în exclusivitate, din cuarţ cu elemente colţuroase, inechigranulare sau din microconglomerate litice de roci cuarţitice metamorfice. Sporadic, apar zirconul şi feldspaţii ortoclazi. Cimentul este silicios-opalin, în care se dezvoltă sericitul lamelar. Roca este impregnată, adesea, cu granule de limonit şi cu pirită.

— Gresie silicioasă, micacee, fină pînă la grosieră, albicioasă sau cenuşie, cu piritizări (sonda 2811 Bordei Verde).

— Gresie cuarţo-feldspatică (gresie arcoziană), în care predomină cuarţul, asociat cu feldspatul potasic şi foarte rar muscovit, cu intercalaţii subţiri de argilite-siltite de culoare cenuşie-verzuie (sonda 1052 Ţăndărei).

— Gresie cuarţitică, pe alocuri hematitizată, compactă, de culoare cenuşie, brună sau roşie, uneori cu intercalaţii şistoase (sondele 5083 Mangalia, 5091 Medgidia).

— Cuarţit cenuşiu şi negru (sondele 1 Strehaia, 25 Corbu). Roca este formată în proporţie de 60—95 % din granule de cuarţ angular şi subangular. Mai rar apar muscovitul, calcita şi zirconiul. Granulele de cuarţ prezintă, la periferie sau în interiorul lor, oxizi de fier. Contactul dintre granule se face prin învelişuri de supracreştere, din care rezultă o textură în mozaic. După compoziţia mineralogică şi după caracterele structurale petrografice, roca este un cuarţit, provenit dintr-o gresie cuarţitică, probabil prin procese de metamorfism regional incipient.

— Ortocuarţit albicios ori cenuşiu-verzui, uneori cu rare granule detritice de clorit (probabil resedimentat din seria şisturilor verzi) şi fragmente de roci metamorfice (sondele 1052 Ţăndărei, 2881 Călăraşi, 5083 Mangalia).

— Microconglomerat cuarţitic arcozian (cu cristale de feldspat roşu) cu ciment argilitic (sonda 1052 Ţăndărei).

— Conglomerate poligene, prinse într-o masă grezoasă-argiloasă, de culoare roşie-brună, cu pete cenuşii-verzui (sonda 5091 Medgidia).

Aruncînd o privire de ansamblu asupra distribuţiei seriei grezoase cuarţitice din Platforma Moesică s-ar putea conchide, cu oarecari rezerve că diferitele tipuri de gresie predomină la partea superioară a profilului sintetic; cuarţitele şi ortocuarţitele sînt mai frecvente în partea mediană; gresiile şi cuarţitele arcoziene se întîlnesc, de regulă, în baza seriei. Conglomeratele şi microconglomeratele apar la niveluri diferite, dar sînt ceva mai numeroase în partea inferioară a profilului.

Secţiunea superioară a seriei se caracterizează printr-o frecvenţă mai mare a intercalaţiilor de pelite, a glauconitului şi a culorii verzui sau brun-roşcate.

La est de rîul Ialomiţa, în seria grezoasă-cuarţitică abundă granulele de clorit, provenit din fundamentul de şisturi verzi, ceea ce dă întregii secvenţe psamitice culoarea predominant verde.

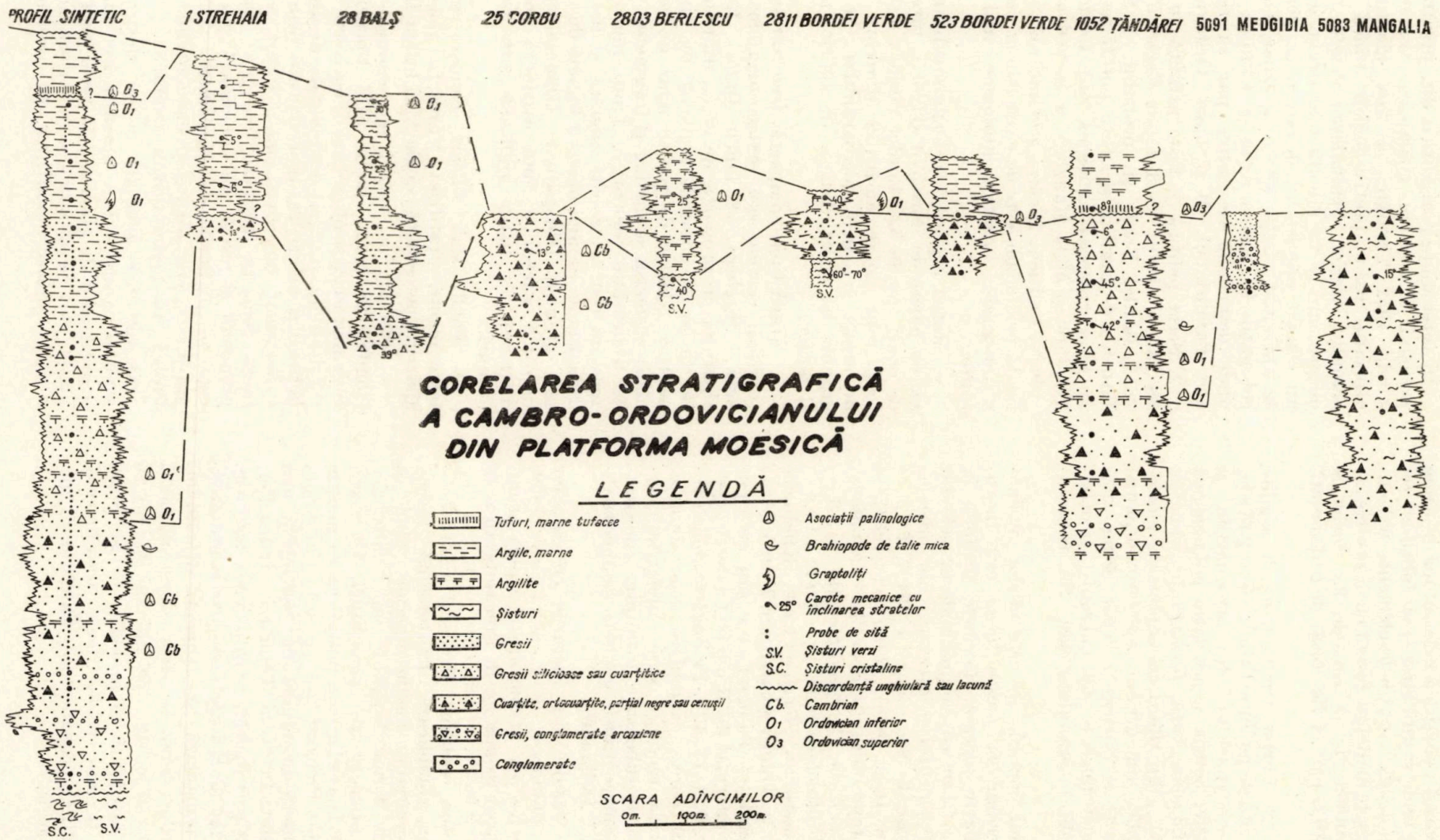

PROFIL SINTETIC
1 STREHAIA
28 BALȘ
25 CORBU
2803 BERLESCU
2811 BORDEI VERDE
523 BORDEI VERDE
1052 ȚĂNDĂREI
5091 MEDGIDIA
5083 MANGALIA
S.C.
S.V.
CORELAREA STRATIGRAFICĂ
A CAMBRO-ORDOVICIANULUI
DIN PLATFORMA MOESICĂ
LEGENDĂ
Tufuri, marne tufacee
Argile, marne
Argilite
Șisturi
Gresii
Gresii silicioase sau cuarțitice
Cuarțite, ortocuarțite, parțial negre sau cenușii
Gresii, conglomerate arcoziene
Conglomerate
Asociații palinologice
Brahiopode de talie mică
Graptoliți
Carote mecanice cu înclinarea stratelor
Probe de sită
Șisturi verzi
Șisturi cristaline
Discordanță unghiulară sau lacună
Cambrian
Ordovician inferior
Ordovician superior
SCARA ADÎNCIMILOR
0m. 100m. 200m.

Fig. 3

Seria grezoasă-cuarțitică este săracă în urme de viață, de unde și dificultatea stabilirii vîrstei ei. Cu toate acestea, puținele elemente paleontologice, puse în evidență recent cu ocazia reexaminării carotelor de la sondele 25 Corbu și 1052 Țăndărei, par să fie, însă, de o deosebită utilitate.

La sonda 25 Corbu, fragmentele de argilite recoltate la sită de pe intervalul 2 452—2 678 m, echivalent orizontului de ortocuarțite și cuarțite negre, conțin o asociație palinologică săracă și rău conservată, formată, în proporție de peste 95 %, din tipuri cu organizare morfologică simplă, din grupul Sphaeromorphitae Downie, Evitt și Sarjeant. Apar forme subsferice, relativ mici (8—60 microni), cu membrana netedă — granulată sau fin tuberculată.

În stadiul actual al cercetărilor palinologice, determinarea acestor forme este anevoioasă și relativ incertă. Formele întîlnite la Corbu par a fi, totuși, comparabile cu cele din formațiunile paleozoice inferioare sau precambriene descrise de N a u m o v a (1949), T i m o f e e v (1958, 1959, 1966), R o b l o t (1964), și anume cu reprezentanții genurilor Leiominuscula N a u m o v a, Margominuscula N a u m o v a, Protoleiosphaeridum T i m o f e e v, Trematosphaeridium T i m o f e e v, Kindinela T i m o f e e v, Trachysphaerisium T i m o f e e v, Lophosphaeridium T i m o f e e v sau cu tipurile numite informal de R o b l o t (1964) „sporomorph nr. 6, 9, 11, 12". Pe lîngă formele subsferice, apar cîteva exemplare ușor alungite, care manifestă tendințe spre bipolaritate, ornate cu mici protuberanțe rotunjite, comparabile cu reprezentanții genului Lophodiacrodium (Tim.) Deflandre.

Așa cum rezultă din lucrările cu caracter de sinteză publicate de T i m o f e e v (1959, 1966) și S c h o p h (1969) aceste tipuri primitive au o largă răspîndire în Precambrian și în Paleozoicul inferior, apariția lor putînd fi dictată de factori ecologici. Procesul de diversificare și de complicare morfologică începe abia în Cambrianul mediu-superior, cînd își fac apariția forme bipolare sau subsferice ornate cu proiecții ale membranei. De aceea asociația de la Corbu este posibil să se plaseze în intervalul Precambrian superior-Cambrian, fiind inferioară în raport cu asociațiile mai evoluate, identificate la Țăndărei, Ianca-Berlescu și Balș (respectiv, Ordovician inferior). Cum în partea de E a platformei seria grezoasă-cuarțitică remaniază și acoperă, discordant, seria șisturilor verzi, a cărei vîrstă absolută a fost apreciată la 542—596 mil. ani (G i u ș c ă ș.a. 1967), înseamnă că asociația de la Corbu nu poate fi mai veche decît Cambrianul, reprezentînd, cu probabilitate, Cambrianul mediu și inferior.

În intercalațiile argilitice din jumătatea superioară a gresiilor cuarțitice, traversate de sonda 1052 Țăndărei, a fost identificată o asociație palino-protistologică tipică Ordovicianului inferior. Semnalarea acestei asociații, despre care se va discuta mai tîrziu, constituie un elemnt important, deoarece ea permite să se aprecieze vîrsta seriei grezoase-cuarțitice, cel puțin în partea de est a Cîmpiei române, unde depozitele respective par să reprezinte atît Cambrianul, cît și baza Ordovicianului.

2. Seria pelitică a fost întîlnită în sondele 28 Iancu Jianu, 2803 Iancu-Berlescu, 523 și 2811 Bordei Verde și, probabil, 1 Strehaia. Bancuri de argilite și siltite pot fi sesizate și în seria grezoasă-cuarțitică din sondele 1052 Țăndărei și 5083 Manglia ( a se vedea anexa).

Seria pelitică, a cărei grosime maximă verificată prin sonde este de circa 275 m, constă din următoarele varietăți litologice mai importante :

— Marna argiloasă, cenușie sau brună închisă, cu paiete de muscovit și biotit, rare granule de cuarț (sonda 523 Bordei Verde). Sub microscop roca apare alcătuită dintr-un amestec de argilă și calcit microgranular. Se adaugă granule de cuarț, lamele de biotit, muscovit și sericit.

— Argilă fină, compactă, frecvent slab glauconitică, verzuie sau cenușie-negricioasă (sondele 1 Strehaia, 28 Iancu Jianu). Roca este alcătuită, în proporție de 95 %, dintr-un amestec intim de minerale argiloase de dimensiuni pelitice. Alături de paiete mari de sericit, în masa argiloasă se disting și fragmente de cuarț de dimensiuni aleuritice. Tipul morfologic al acestora din urmă este angular și nesortat ca dimensiune. Se mai observă lamele de muscovit sau granule feldspatice. Glauconitul, care imprimă adesea o notă distinctă rocii, este distribuit în masa argiloasă sub formă de cuiburi.

— Argilit slab silicios, cenușiu-verzui ori brun închis, stratificat, foarte fin micaceu, cu spărtură neregulată (sonda 2803 Iancu-Berlescu).

— Șist argilos, verzui sau cenușiu-negricios (sondele 28 Iancu Jianu, 2811 Bordei Verde). Sub microscop se observă roca care este constituită dintr-un agregat de minerale de dimensiuni pelitice și aleuritice, reprezentate prin sericit, subordonat muscovit, cuarț, biotit, clorit. În masa rocii se întîlnesc frecvente granule de glauconit și pirită, fin diseminată sau aglomerată pe planurile de șistozitate. Textura și gradul de cristalizare al elementelor minerale indică un metamorfism incipient.

O remarcă generală ce se desprinde din studiul carotelor este aceea a frecvenței mari a granulelor de glauconit în seria pelitică, frecvență care se observă și în partea superioară a seriei grezoase-cuarțitice. De asemenea, este

de reținut creșterea ponderii calcitului, respectiv prezența marnelor, înspre partea terminală a secvenței pelitice.

La sonda 2811 Bordei Verde, din pachetul de șisturi argiloase, M u r g e a n u și S p a s o v (1968) au determinat *Didymograptus* cf. extensus (H a l l.) *Didymograptus hiruto* S a l t e r, *Didymograptus* sp,. forme de graptoliți ce caracterizează Ordovicianul. Specia Didymograptus hiruto este specifică, probabil, Arenigianului.

Dintr-un pachet similar de șisturi argiloase verzui, traversate de sonda 28 Iancu Jianu, din argilitele sondei 2803 Ianca-Berlescu, ca și din alternanțele de argilite și siltite situate în partea superioară a seriei grezoase-cuarțitice de la sonda 1052 Țăndărei (a se vedea anexa) s-au recoltat asociații palinologice similare și, în linii mari, sincrone. Aceste asociații bogate și bine conservate, sînt alăcuite din următoarele tipuri de acritarche : *Archaeohystricosphaeridium* sp,. A. minor T i m o f e e v, A. janicewsky T i m o f e e v, A. arenigum T i m o f e e v, *Vulcanisphaera* sp., V. nebuloasa D e u n f f, V. f r e q u e n s G o r k a, V. cf. africana D e u n f f, *Micrhystridium* sp., M. shimtonesis D o w n i e, M. grup stellatum *Deflandre*, *Baltisphaeridium* sp., B. verliferum (D o w n i e), B.cf. cristatum (D o w n i e), B. *brevifurcatum* (E i s e n a c k), *Veryhachium* sp. V. grup *trispinosum* (E i s e n a c k), V. *minutum* D o w n i e, *Cymatiosphaera boulardi* D e u n f f, *Cymatiogalea bellicosa* D e u n f f, C. *polygonomorpha* G o r k a, C. *modesta* G o r k a, *Leiofusa* sp., *Protosphaeridium* sp., P. *densum* T i m o f e e v, P. *asaphum* T i m o f e e v, P. *conglutinatum* T i m o f e e v, *Sinsphaeridium* sp 1 (C o m b a z). *Trachisphaeridium* sp. 1 (C o m o b a z), T. *uspenskyi* T i m o f e e v, *Leiosphaeridia* sp., L. fragile D o w n i e, *Tasmanites* sp.

Microflora menționată prezintă caractere generale mai evoluate în comparație cu cea identificată la Corbu. Este foarte semnificativ faptul că din asociație lipsesc reprezentanții grupului Diacromorphitae D o w n i e, Evitt și Sarjeant, care predomină în asociațiile cambriene descrise în U.R.S.S. (T i m o f e e v, 1959, 1966), dar care sînt semnalați, în diferite proporții și în baza Ordovicianului (Tremadocian)din R.D.G.,Belgia (Vanguestaine, 1967, Martin, 1968,) Anglia (D o w n i e, 1958) și Sahara (D e u n f f, 1961 ; C o m b a z, 1967). Genul Archaeohystricosphaeridium, prezent în sondele de la Iancu Jianu, Ianca-Berlescu și Țăndărei este, de asemenea, semnalat în Cambrian și în baza Ordovicianului (T i m o f e e v, 1955, 1966 ; Vanguestaine, 1968 ; D o w n i e și F o r d 1966). Speciile *Vulcanisphaera fregnens*, *Cymatiogalea polygonomorpha*, C. modesta au fost descrise de către G o r k a (1967, 1969) în Tremadocianul din Polonia. *Vulcanisphaera nebulosa*, V. africana, *Cymatiosphaera boulardi*, C. bellicosa au fost semnalate, de asemenea, în Tremadocianul din Sahara (D e u n f f, 1961 ; C o m b a z, 1967), iar *Micrhystridium shimtonensis*, *Baltisphaeridium veliferum*, B. *cristatum*, *Veryhachium minutum* și *Leiosphaeridia fragile* — în șisturile de Shineton, atribuite Tremadocianului.

În afara speciilor menționate, mai apar forme cu afinități ordoviciene ca *Micrystridium stellatum*, *Veryhachium trispinosum*, *Baltisphaeridium brevifurcatum*, *Leiofusa* și *Tasmanites*.

Din cele prezentate mai înainte reiese că în asociația de față există specii care-și continuă evoluția din Cambrian, alături de forme caracteristice bazei Ordovicianului și de specii care vor prolifera în Ordovicianul mediu și superior. Aceste elemente permit conturarea concluziei că asociația determinată în cele trei sonde indică vîrsta ordovician-inferioară, plasîndu-se, probabil, în intervalul Tremadocian-Arenigian. Datele de comparație disponibile nu oferă, în prezent, posibilitatea unei datări mai riguroase.

În același timp apare evident că asociația de față este inferioară, în raport cu cele descrise în Ordovicianul mediu și superior din Polonia (G o r k a , 1969), U.R.S.S. (T i m o f e e v, 1959, 1966), Insulele Gothland (E i s e n a c k, K j e l l s t r ö m 1971), sau din Platforma Moesică (B e j u , 1972), care au caractere mai evoluate.

La sonda 523 Bordei Verde, dintr-un pachet de marne argiloase, reprezentînd un nivel stratigrafic superior al Ordovicianului, ca și din argilitele tufacee de la sonda 1052 Țăndărei, au fost identificate 73 de tipuri de acritarche și chitinozoare. Așa cum s-a arătat și într-o notă anterioară (B e j u , 1972), în asociația determinată predomină acritarchele ornate cu spini simpli sau ramificați, din grupul *Gonyosphaeridium balticum* (E i s e n a c k), G. *polygonale* (E i s e n a c k), *Baltisphaeridium hirsutoides* (E i s e n a c k), B. *multipilosum* (E i s e n a c k) B. *brevispinosum* (E i s e n a c k), B. *trifurcatum* (E i s e n a c k), B. *brevifurcatum* (E i s e n a c k), *Peteinosphaeridium nudum* (E i s e n a c k). Caracteristică este apariția acritarchelor cu talie relativ mare din grupul *Baltisphaeridium longispinosum* (E i s e n a c k), B. *stelleforme* (T i m o f e e v) B. *cognitum* (T i m o f e e v), B. *Calicispirae* (G o r k a), *Veryhachium trisulcatum venetum* D e u n f f. Asociația cuprinde, de asemenea, numeroase chitinozoare dintre care, mai frecvente și semnificative, sînt formele mari, cilindroconice din grupul *Lagenochitina shelvensis* J e n k i n s, L. *porrecta* U m n o v a, L. *magnifica* U m n o v a, L. maxima T a u g u r d e a u și de J e k h o v s s k y, *Conochitina insueta* U m n o v a, C. *claviformis* E i s e n a c k, C. *macarovicii* sp. ined., *Rhabdochitina usitata Jenkins*, *Cytochitina calix* (E i s e n a c k), *Desmochitina*

*minor Eisenack* etc, asociate, subordonat, cu primii reprezentanţi ai genului *Ancyrochitina* Eisenack.

Formele de chitinozoare şi fitoplancton menţionate se compară cu asociaţiile descrise în Ordovicianul din regiunea Mării Baltice, U.R.S.S. Franţa, Anglia, Sahara şi America de Nord, plasîndu-se în intervalul dintre Caradocian (probabil mediu) şi Ashgillian.

Datele oferite de analizele petrografice, paleontologice şi geofizice, ca şi observaţiile privind modul de aşezare al stratelor, permit să se contureze cîteva concluzii mai importante asupra formaţiunilor studiate, şi anume:

Cambro-Ordovicianul Platformei Moesice este alcătuit, aproape exclusiv, din formaţiuni detritice, a căror grosime însumată poate depăşi 1 200 m. La partea inferioară a acestuia se individualizează o serie, predominant psamitică, groasă de 800—900 m, cu gresii şi cuarţite arcoziene în bază, urmate de ortocuarţite, şi apoi de gresii din ce în ce mai argiloase. Partea superioară a Cambro-Ordovicianului (pînă la 300 m grosime) este, practic, exclusiv pelitică, în alcătuirea ei intrînd argile, argilite, şisturi argiloase.

În sectorul estic al Platformei Moesice, Cambro-Ordovicianul se dispune, discordant, peste seria şisturilor verzi, pe care le remaniază. La Vest de rîul Ialomiţa, seria grezoasă-cuarţitică n-a fost traversată în întregime, astfel că suportul acesteia nu se cunoaşte, dar se presupune a fi reprezentat prin fundamentul metamorfozat, interceptat cu mai multe foraje.

Din complexul ortocuarţitic al seriei grezoase-cuarţitice a fost determinată o asociaţie palinoprotistologică puţin evoluată şi rău conservată care, în alte bazine sedimentare, caracterizează Cambrianul şi chiar partea superioară a Precambrianului. În Platforma Moesică seria grezoasă-cuarţitică, care conţine asociaţia microfloristică respectivă, nu poate fi mai veche decît Cambrianul, ţinînd seama că ea se dispune peste şisturile verzi, a căror vîrstă absolută, la sud de Dunăre, este de 542—596 mil. ani. De asemenea, din secvenţele pelitice intercalate în jumătatea superioară a seriei grezoase-cuarţitice au fost determinate forme de acritarche, indicînd Ordovicianul inferior.

Aproximativ aceeaşi vîrstă (tremadocian-arenigiană) are şi partea bazală a seriei pelitice, ţinîndu-se seama de formele de graptoliţi şi acritarche pe care le conţine. În partea terminală a seriei pelitice a fost găsită o asociaţie palino-protistologică, specifică Ordovicianului superior (Caradocian mediu-Ashgillian), ceea ce înseamnă că seria pelitică presiluriană este tremadocian (sau arenigian) — ashgilliană.

Elementele menţionate justifică concluzia potrivit căreia depunerea seriei grezoase-cuarţitice a început, probabil, în Cambrian, după orogeneza baicaliană, cînd au fost cutate şisturile verzi, şi a continuat pînă în Ordovicianul inferior. Acum începe ciclul litofacial pelitic, care va dura şi după Ordovician, pînă la sfîrşitul Eodevonianului.

Cel mai vechi termen al Silurianului, dovedit pe bază de graptoliţi şi spori-polen, este Wenlockianul. Asupra prezenţei Landoverianului nu există elemente paleontologice certe, ceea ce ar putea să sugereze că el corespunde unei lacune.

Informaţiile disponibile sînt încă insuficiente pentru a face precizări în legătură cu relaţiile dintre seria grezoasă cuarţitică şi cea pelitică. Cu toate acestea, unele variaţii de înclinare a stratelor, cîteva discordanţe litologice tranşate (conglomerate peste argilite), prezenţa mai multor niveluri de psefite, existenţa unor hematitizări, sînt elemente care sugerează un proces de depunere discontinuu în Cambro-Ordovician. În favoarea admiterii întreruperilor de sedimentare pledează şi faptul că la sonda 1052 Ţăndărei, baza seriei pelitice care se aşterne peste seria grezoasă, aparţine Ordovicianului superior şi începe cu argilite tufacee.

Privitor la procesele magmatice care au afectat platforma în Paleozoic, pe lîngă tufurile din Ordovicianul superior, ar mai fi de semnalat porţiuni cornificate, ca şi existenţa unor aplite granitice, în seria grezoasă-cuarţitică de la sonda 25 Corbu. Aşa cum s-a constatat în sectorul Balş (Paraschiv, 1972), aplitele granitice ar putea să fie puse în legătură cu magmatismul sincron fazei bretone.

În sectorul vestic al Platformei Moesice, textura şi gradul de cristalizare al elementelor minerale, indică un metamorfism incipient, observat atît în seria cuarţitică (Strehaia), cît şi în cea pelitică (Iancu Jianu).

În încheiere merită reţinută uniformitatea faciesului Cambro-Ordovicianului pe tot cuprinsul platformei, ceea ce înseamnă că evoluţia unitară a bazinului moesic a început imediat după orogeneza baicaliană.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Barbu, C., Nurhan A.M. şi Paraschiv, C. Le Paléozoique de l'avant pays des Carpates Orientales entre la vallée de Buzău et de la frontière septemtrionale de la RSR. Carp. Balk. Geol. Assoc., Congr. IX, **II**, 1970, Budapest. p. 243—250.
2. Barbu, C., şi Dăneţ, T. Asupra fundamentului Platformei Moesice din zona Balş-Optaşi. Petrol şi gaze, **7**, 1970, p. 391—396.
3. Beju, D. Zonare şi corelare a Paleozoicului din Platforma Moesică pe baza asociaţiilor palino-protistologice. Petrol şi gaze, **12**, 1972 p. 714—722.
4. Beju, D*. ş.a. Cercetări biostratigrafice asupra probelor de rocă extrase din depozitele mezozoice şi paleozoice în anul 1971. Tema I.C.P.T.G., nr. 303, 1972, arhiva M.M.P.G.*


* În acest raport sînt menţionate toate publicaţiile care au servit la determinarea şi datarea asociaţiilor palinologice.

5. Dragomirescu, C. şi Panu, D. Raport geologic privind rezultatele obţinute cu sonda 5083 Mangalia, Raport IGEX, 1967, arhiva MMPG.
6. Giuşcă, D. ş. a. Asupra vîrstei absolute a formaţiunilor cristaline din Vorlandul orogenului carpatic. Stud. cerc. geol., geof., geogr., seria geol., **XII**/2 1967, p. 287—296.
7. Iordan, M. şi Rikards, R. Notă asupra graptoliţilor din Platforma Moesică. D.S. şed. Inst. geol. **LXII**, 1970, p. 5—19.
8. Murgeanu, G. şi Patrulius, D. Le Paléozoique de la Platforme Moesienne. Assoc. géol. carp. balc. (congr. VI), (resumé), Cracovie-Varsovie, 1963, p. 111—113.
9. Murgeanu, G. şi Spasov, Hr. Les Graptolites du forage Bordei Verde (Roumanie) Bulg. Acad. of Scien., Com. of Geol., Bul. of. Geol. Inst., Series Paleont. K.H., **XVII**, 1968, Sofia, 229—239.
10. Panu, D. Raport geologic privind rezultatele obţinute cu sonda 2811 Bordei Verde, **102** pag. + 18 anexe. Raport ISEM, 1965, arhiva M.M.P.G.
11. Paraschiv, D. Le Paléozoique de Roumanie à la lumier des données de forage. XXIV-ème Congres Intern. Géol., **6**, Montreal, 1972, p. 331—342.
12. Paraschiv, D. Studiul stratigrafic al Devonianului şi Carboniferului Platformei Moesice de la Vest de rîul Argeş. Teză de doctorat, 1972, Iaşi.
13. Popescu, M., Pătruţ., I. şi Paraschiv, D. Stadiul actual de cunoaştere al Platformei Moesice de pe teritoriul României. Petrol şi gaze, **1**, 1967, p. 6—15.
14. Răileanu, Gr., Patrulius., D., Mirăuţă, O. şi Bleahu, M. Etat actuel des commaissances sur le Paléozoique de Roumanie. An. Inst. geol. **XXXVI**, Bucureşti, 1968, p. 63—84.
15. Simionescu, V. Raport geologic privind rezultatele obţinute de sonda de referinţă 2803 Ianca-Berlescu. Raport IGEX, 1969, arhiva M.M.P.G.

# Determinarea construcției coloanelor de tubaj cu ajutorul unui calculator electronic mare

E. Tottolo

În numărul 8/1970 al revistei a fost publicat articolul „Determinarea construcției optime a coloanelor de tubaj cu ajutorul unui calculator electronic de birou". Programul prezentat în acel articol pentru calculatorul de birou Olivetti, Programma 101 a fost folosit cu succes la I.C.P.T.G.—Ploiești la elaborarea a 480 de diagrame de tubaj, realizîndu-se o creștere a productivității muncii de 54 %.

Deși performanța de mai sus a dus la realizarea unei economii de circa 50 % la lucrare, am considerat că numai trecerea problemei la un calculator electronic mare poate duce la completa automatizare a calculelor, avînd ca urmare maximum de productivitate a muncii, maximum de economii și completa eliminare a subiectivismului operatorului. În cele ce urmează se expune modul de rezolvare a problemelor de tubaj cu un calculator mare.

Coloanele de burlane, cu ajutorul cărora se realizează tubarea sondelor, sînt solicitate,după cum se știe, la solicitări complexe, rezultate din tracțiune, flambaj, încovoiere, presiune exterioară, presiune interioară, coroziune, eroziune, abraziune etc.

Solicitarea la tracțiune, care rezultă din greutatea proprie a coloanei, este nulă la talpă și crește progresiv, atingînd valoarea maximă la capătul de sus.

Solicitarea la presiune exterioară, care rezultă din greutatea coloanei de lichid de foraj de la puț, cînd interiorul coloanei este gol, variază invers, fiind nulă sus și maximă jos.

Solicitarea din presiunea interioară se datorește presiunii stratului și ea poate acționa cu întreaga valoare pe toată lungimea coloanei, cînd spațiul inelar este depresurizat.

Rezultă că profilul unei coloane trebuie să prezinte un minimum de grosime de perete la partea mijlocie, grosime care trebuie să crească progresiv spre cele două capete.

Această variație a grosimii de perete se deduce, așa cum s-a arătat, din ecuația elipsei de plasticitate :

$$\sigma_t^2 - \sigma_t \cdot \sigma_z + \sigma_z^2 = \sigma_c^2, \qquad (1)$$

în care

- $\sigma_t$ este solicitarea tangențială în peretele burlanului ;
- $\sigma_z$ — solicitarea tangențială longitudinală ;
- $\sigma_c$ — limita de curgere a materialului burlanului.

Prin transformări ecuația de mai sus duce la ecuația :

$$\left(\frac{h \cdot \gamma \cdot F_e}{10K}\right)^2 + \left(\frac{h \cdot \gamma \cdot F_e}{10K}\right) \cdot \left(\frac{G_0}{\pi \cdot g \cdot (D-g) \cdot \sigma_c}\right) + \left(\frac{G_0}{\pi \cdot g \cdot (D-g) \cdot \sigma_c}\right)^2 = 1, \qquad (2)$$

în care :

- $h$ este adîncimea la puț la care se află secțiunea considerată a coloanei de burlane ;
- $\gamma$ — greutatea specifică a fluidului de foraj ;
- $F_e$ — coeficientul de siguranță la presiune exterioară;
- $K$ — presiunea de turtire corespunzătoare grosimii de perete $g$ *a* coloanei la adîncime $h$ ;
- $G_0$ — greutatea coloanei de burlane aflată sub secțiunea considerată.

Problema construcției coloanelor de tubaj s-a rezolvat anterior cu ajutorul calculatorului electronic de birou O.P. 101.

Din cauza capacității reduse a memoriei acestui calculator, caracteristicile burlanelor folosite în calculul lungimii tronsoanelor nu pot fi introduse în memorie, ci direct în registrul de primire al calculatorului, pe măsura desfășurării calculelor, operație pe care o face operatorul.

Alegerea de fiecare dată a burlanului celui mai potrivit pentru tronsonul respectiv, pe care o face operatorul, respectiv tehnologul, care mai are de luat și alte decizii, neînscrise în programe, ca : repetarea programelor, trecerea de la un program la altul, în funcție de rezultatele momentane ale calculelor etc. introduce subiectivismul acestuia în desfășurarea calculelor, ceea ce face să nu existe siguranță asupra soluției obținute.

Calculatoarele electronice mari, avînd o capacitate a memoriei mult mai mare decît calculatoarele de birou, permit automatizarea completă a calculelor, făcînd posibilă introducerea în memorie a tabelelor de burlane și înscrierea în program a tuturor fazelor de calcul și a tuturor deciziilor.

## I. Algoritmul de calcul pentru calculatoarele mari

1. Reluăm, în legătură cu figura 1, formula de calcul al lungimii tronsoanelor coloanei, în-

cepînd de la talpă spre suprafață, formulă rezultată din ecuația (2);

$$X_i = \frac{1}{2M}\left[\left(H - \sum_1^{i-1} X_i\right)(2m-1)m + n(m-2) - m\sqrt{4\,v^2 M - 3\left(H + n - \sum_1^{i-1} X_i\right)^2}\right] \quad (3)$$

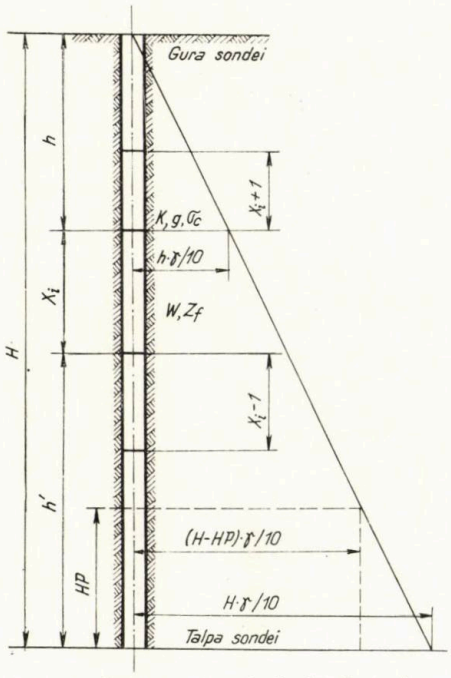



Fig. 1. Schema de calcul al coloanei.

în care:

$H$ este adîncimea sondei, respectiv lungimea totală a coloanei, $m$;

$\sum_1^{i-1} X_i$ — suma lungimilor tronsoanelor determinate anterior, $m$;

$$v = \frac{10 \cdot K}{\gamma \cdot F_e};$$

$K$ — presiunea exterioară de turtire, pentru burlanele tronsonului $i+1$, kgf/cm²;

$\gamma$ — greutatea specifică a fluidului de foraj, kgf/dm³;

$F_e$ — coeficientul de siguranță aferent pentru presiunea exterioară;

$$u = \frac{\pi \cdot g\,(D-g)\sigma_c}{W};$$

$$m = \frac{u}{v};$$

$g$—grosimea de perete a burlanelor tronsonului $i+1$, mm;

$D$—diametrul exterior al coloanei de burlane, mm;

$\sigma_c$—limita minimă de curgere a oțelului burlanelor tronsonului $i+1$, kgf/mm²;

$W$ — greutatea pe metru liniar a burlanelor tronsonului, kgf/m;

$$M = m^2 - m + 1;$$

$$n = \frac{\sum_1^{i-1} XW}{W};$$

$\sum_1^{i-1} XW$ — suma greutăților tronsoanelor determinate anterior.

*Observație*: Formula (3) pentru $X_i$ este valabilă pentru cazul cînd interiorul coloanei este complet gol. Dacă interiorul coloanei conține fluid de foraj pe lungimea $HP$ de la talpă în sus, presiunea hidrostatică pe această porțiune nu mai corespunde adîncimii $h$ (fig. 1), ci adîncimii $H-HP$. Înlocuind în ecuație (2) pe $h$ cu $H$-$HP$, se obține pentru $X_i$ următoarea expresie:

$$X_i = \frac{m}{2}\left[\sqrt{4\,v^2 - 3\,(H-HP)^2} - (H-HP)\right] - n \quad (3')$$

valabilă pentru porțiunea $HP$.

Pentru a înlătura nedumerirea în privința semnului radicalului, este necesar să se explice modul de atribuire a lui în formulele (3) și (3').

Fiind vorba de ecuații de gradul 2, există pentru fiecare cele două soluții, una corespunzătoare semnului + și alta semnului — la radical.

În cazul coloanei complet goale la interior, presiunea hidrostatică variază liniar, ca în figura 2 (I) — în care este arătată și variația forței de tracțiune.

Rezolvarea ecuației (2) în raport cu $g$ duce la un solid de egală rezistență, avînd grosimea minimă în partea mijlocie și grosimi crescătoare spre cele două capete*.

Intersectînd conturul solidului de egală rezistență cu linia punctată, ce reprezintă grosimea aleasă pentru tronsonul $i+1$, rezultă două puncte: $M_1$ corespunzătoare soluției $X_1 = \frac{1}{2M}\cdot[P - m\sqrt{Q}]$ și $M_2$ corespunzător soluției $X_2 = \frac{1}{2M}\cdot[P + m\sqrt{Q}]$.

Din aceste două soluții se reține prima, a doua fiind neinteresantă, întrucît calculul construcției coloanei se desfășoară de jos în sus.

În cazul coloanei parțiale pline cu fluid de foraj, variația presiunii hidrostatice și a forței de tracțiune rezultă din figura 2 II.

* *Notă*: Pentru claritatea desenului s-a păstrat constant diametrul interior.

În acest caz nu mai există o simetrie față de partea de mijloc a coloanei și forma solidului de egală rezistență este diferită.

Cele două rădăcini ale ecuației sînt: una posibil pozitivă $X_1 = + \sqrt{Q'} - P'$ și alta sigur

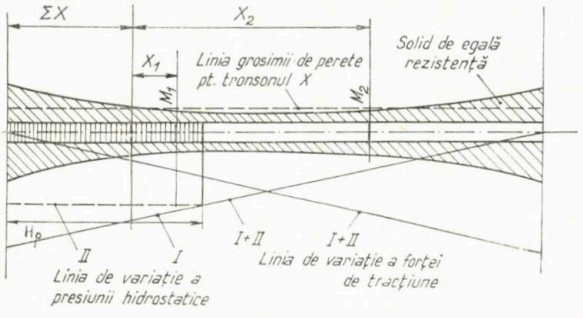



Fig. 2:
I. cazul coloanei complet goale; II. cazul coloanei parțial pline.

negativă $X_2 = - \sqrt{Q'} - P'$. Rădăcina a doua este neinteresantă deoarece se referă la o parte a coloanei determinată anterior, iar prima rădăcină se reține dacă este într-adevăr pozitivă. (În caz contrar algoritmul prevede schimbarea grosimii de perete, pînă la obținerea unei rădăcini pozitive).

Rezultă deci că pentru formula (3) trebuie atribuit radicalului semnul —, iar pentru (3') semnul +. De fapt, este evident că în cazul formulei (3'), o a doua soluție pozitivă pentru $X$ nu putea să existe, deoarece ea ar fi corespuns porțiunii goale a coloanei, pe cînd formula (3') corespunde porțiunii ei pline.

În legătură cu cele de mai sus trebuie menționat că într-o lucrare recentă, „Cercetarea comparativă a algoritmilor de întocmire a profilelor de tubaj a sondelor de țiței și gaze", elaborată în cadrul I.C.P.T.G. de dr. ing. Lari I., se reia modul de deducere din ecuația elipsei de plasticitate a ecuației lungimii tronsonului curent al coloanei, pe o cale riguros matematică, eliminîndu-se toate artificiile de calcul folosite în trecut, care puteau provoca îndoieli asupra rigurozității acestei formule.

2. Se știe că în unele cazuri, în timpul exploatării, burlanele pot fi solicitate din interior, de presiunea stratului, care se poate stabili cu întreaga ei valoare pe toată înălțimea coloanei.

Rezistența la presiunea interioară se verifică cu formula:

$$P_s \cdot F_i \leqslant P_i, \qquad (4)$$

în care:

$P_s$ este presiunea de strat maximă posibilă, kgf/cm²;
$F_i$ — coeficientul de siguranță la presiunea interioară;
$P_i$ — presiunea interioară admisibilă pentru fiecare burlan, kgf/cm².

3. În afară de cele menționate, burlanele fiecărui tronson trebuie verificate la rezistența de smulgere din filet, cu formula:

$$\sum_1^i XW \leqslant Z_f/F_z \qquad (5)$$

în care:

$\sum_1^i XW$ este greutatea coloanei de la talpă pînă la capătul de sus al tronsonului, $i$;
$Z_f$ — forța de smulgere din filet, pentru burlanele tronsonului kgf, $i$;
$F_z$ — coeficientul de siguranță aferent pentru tracțiune.

4. Determinarea construcției coloanelor de tubaj are la bază criteriul unui consum minim de metal.

Pentru a da calculatorului electronic posibilitatea să facă comparațiile necesare între caracteristicile burlanelor de diferite grosimi de perete și de diferite calități de oțel, aceste caracteristici trebuie să fie introduse în memoria lui.

Avînd în vedere faptul că o coloană de burlane se compune din tronsoane avînd același diametru nominal, pentru fiecare diametru de burlane se alcătuiește un tabel care trebuie să conțină toate sorturile de oțel ce se folosesc pentru burlane și la fiecare sort de oțel toate grosimile de fabricație, în ordine crescătoare:

— limita minimă de curgere a oțelului burlanului, kgf/cm²
— greutatea nominală;
— presiunea exterioară minimă de turtire, kgf/cm²;
— presiunea interioară maximă admisibilă, kgf/cm²;
— forța minimă de smulgere din filet, pentru fiecare tip de îmbinare;

A.P.I. mufă scurtă, API mufă lungă, Extremeline, Hydrill E.U;

Hydrill Tripleseale, Hydrill C.T.S., Buttress, Omega etc.

În cazul în care forța de smulgere din filet depășește forța de tracțiune din corp, se înscrie în tabelă aceasta din urmă.

— Greutatea unitară kg/ml pentru fiecare dintre tipurile de mai sus.

Pentru fiecare diametru nominal de burlane se perforează o bandă cu datele înscrise în tabelă, corespunzătoare tuturor sorturilor de oțeluri din care se confecționează burlanele.

La fiecare problemă de tubaj care se prelucrează se alege, pentru a fi introdusă în memorie, banda corespunzătoare diametrului nominal al coloanei respective.

Se dă pentru exemplificare (tabela 1 *a*) tabela alcătuită pentru burlanele de 4 1/2 in, care cuprinde 13 sortimente de burlane.

**Burlane API**

| Tab. 1-a Nr. crt. | Tab. 1-b Nr. crt. | Clasa | Date burlane | | | | | | Tracţiune | | | | | | | | Greutăţi/ml | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\tau_c$ | D | G | IBS / FT | PI | PE | MS | ML | XL | HYEU | HYTR | HYCTS | BT | Ω | MS | ML | XL | HYEU | HYTR | HYCTS | BT | Ω |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | 1 | 1 | 40 | 114,3 | 5,21 | 9,50 | 3 190 | 2 270 | 77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111 | 14,30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13,99 |
| — | 2 | 1 | 40 | 114,3 | 5,69 | 10,5 | 4 000 | 3 650 | 96 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 | 120 | 15,51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15,60 | 15,22 |
| — | 3 | 1 | 40 | 114,3 | 6,35 | 11,6 | 4 500 | 4 340 | 107 | 111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 134 | 134 | 17,14 | 17,17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17,23 | 16,89 |
| — | 4 | 1 | 40 | 114,3 | 7,37 | 13,5 | 5 500 | 5 260 | 0 | 135 | 0 | 0 | 0 | 0 | 154 | 154 | 0 | 19,64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,70 | 19,41 |
| — | 5 | 1 | 40 | 114,3 | 8,56 | 15,1 | 6 600 | 6 500 | 0 | 163 | 0 | 0 | 0 | 0 | 178 | 178 | 0 | 22,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22,53 | 22,29 |
| 2 | 6 | 2 | 55 | 114,3 | 5,21 | 9,50 | 4 380 | 3 310 | 101 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 152 | 14,30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13,99 |
| 3 | 7 | 2 | 55 | 114,3 | 5,69 | 10,50 | 4 790 | 4 010 | 132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 165 | 165 | 15,51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15,60 | 15,22 |
| 4 | 8 | 2 | 55 | 114,3 | 6,35 | 11,60 | 5 350 | 4 960 | 154 | 162 | 0 | 184 | 0 | 0 | 184 | 184 | 17,14 | 17,17 | 0 | 17,14 | 0 | 0 | 17,23 | 16,89 |
| 5 | 9 | 2 | 55 | 114,3 | 7,37 | 13,50 | 6 205 | 5 335 | 0 | 169 | 0 | 0 | 0 | 0 | 210 | 210 | 0 | 19,64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,70 | 19,41 |
| 6 | 10 | 2 | 55 | 114,3 | 8,56 | 15,10 | 7 210 | 7 160 | 0 | 203 | 0 | 0 | 0 | 0 | 242 | 242 | 0 | 22,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22,53 | 22,29 |
| 7 | — | 3 | 75 | 114,3 | 6,35 | 11,60 | 7 290 | 6 130 | 0 | 212 | 0 | 0 | 0 | 0 | 250 | 250 | 0 | 17,17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17,23 | 16,89 |
| 8 | — | 3 | 75 | 114,3 | 7,37 | 13,50 | 8 460 | 8 170 | 0 | 257 | 0 | 0 | 0 | 0 | 288 | 288 | 0 | 19,64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,70 | 19,41 |
| — | 11 | 4 | 80 | 114,3 | 5,21 | 9,5 | 4 000 | 3 760 | 0 | 170 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 215 | 0 | 14,32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13,99 |
| — | 12 | 4 | 80 | 114,3 | 5,69 | 10,5 | 5 000 | 4 760 | 0 | 198 | 0 | 0 | 0 | 0 | 240 | 240 | 0 | 15,45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15,60 | 15,22 |
| 9 | 13 | 4 | 80 | 114,3 | 6,35 | 11,60 | 7 780 | 6 350 | 0 | 223 | 0 | 267 | 0 | 0 | 267 | 267 | 0 | 17,17 | 0 | 17,17 | 0 | 0 | 17,23 | 16,89 |
| 10 | 14 | 4 | 80 | 114,3 | 7,37 | 13,50 | 9 020 | 8 540 | 0 | 270 | 0 | 303 | 0 | 0 | 307 | 307 | 0 | 19,64 | 0 | 19,64 | 0 | 0 | 19,70 | 19,41 |
| — | 15 | 4 | 80 | 114,3 | 8,56 | 15,1 | 11 500 | 11 200 | 0 | 327 | 0 | 0 | 0 | 0 | 356 | 356 | 0 | 22,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22,53 | 22,29 |
| — | 16 | 5 | 110 | 114,3 | 5,21 | 9,5 | 5 000 | 4 000 | 0 | 226 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 298 | 0 | 14,32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13,99 |
| — | 17 | 5 | 110 | 114,3 | 5,69 | 10,5 | 6 000 | 5 400 | 0 | 248 | 0 | 0 | 0 | 0 | 331 | 331 | 0 | 15,45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15,60 | 15,22 |
| 11 | 18 | 5 | 110 | 114,3 | 6,35 | 11,60 | 10 690 | 7 560 | 0 | 279 | 0 | 367 | 0 | 0 | 367 | 367 | 0 | 17,17 | 0 | 17,17 | 0 | 0 | 17,23 | 16,87 |
| 12 | 19 | 5 | 110 | 114,3 | 7,37 | 13,50 | 12 410 | 10 670 | 0 | 338 | 0 | 417 | 0 | 0 | 422 | 422 | 0 | 19,64 | 0 | 19,64 | 0 | 0 | 19,70 | 19,41 |
| 13 | 20 | 5 | 110 | 114,3 | 8,56 | 15,10 | 14 420 | 14 320 | 0 | 406 | 551 | 0 | 0 | 0 | 485 | 485 | 0 | 22,50 | 22,53 | 0 | 0 | 0 | 22,53 | 22,29 |
| 14 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Pentru a putea fi folosit la alte diametre cu sortimente mai bogate de grosimi, s-a prevăzut ca tabela să aibă un număr de 30 de linii, urmînd ca de fiecare dată liniile rămase nefolosite să se completeze cu zerouri. În cazul tabelei 1,*a* s-au completat cu zerouri liniile 14—30.

Deoarece în timpul calculelor calculatorul trebuie să anuleze din tabelă liniile aferente burlanelor necorespunzătoare la presiunea interioară și cum pe de altă parte, aceste caracteristici trebuie păstrate în scopul folosirii lor în continuare pentru alte probleme, s-au alocat pentru tabelă încă 30 de linii de rezervă, care inițial se completează cu zerouri. La fiecare problemă calculatorul transferă în aceste linii caracteristicile burlanelor necorespunzătoare la presiune interioară, pentru ca la sfîrșit să le aducă la locul lor inițial.

În afară de tabel, pentru fiecare proiect trebuie să se perforeze o bandă cu datele specifice tubajului respectiv, și anume:

— numărul sondei, diametrul nominal în inci (descompus în cele trei numere care reprezintă partea întreagă, numărătorul și numitorul părții zecimale), adîncimea sondei (m), greutatea specifică a noroiului (kgf/dm³), presiunea stratului $P_s$, (kgf/cm²) și coeficientul de siguranță $F_i$.

Pentru ca la fiecare caz în parte să se lucreze numai cu burlanele posibil de procurat, trebuie să se prevadă în program posibilitatea de a se elimina din tabelă liniile sau coloanele corespunzătoare unor grosimi de perete, respectiv unor tipuri de îmbinări.

În acest scop în banda de date specifice cazului se înscriu și numerele de ordine ale liniilor sau coloanelor din tabelă ce trebuie anulate.

5. Pentru a deduce modul în care calculatorul trebuie să exploreze tabelul, s-au arătat în figura 3 profilele teoretice care corespund unui consum minim absolut de metal și profilul real care corespunde consumului minim relativ de metal pentru coloană.

Conform ecuației elipsei de plasticitate (1), profilul real prezintă o grosime minimă de perete de burlan, în partea centrală a coloanei, grosime care se mărește spre cele două capete. Grosimile de perete depind de $\sigma_c$ al oțelului din care se confecționează burlanele și sînt minime pentru oțelul cu $\sigma_c$ max.

Desigur că numai în mod excepțional se pot găsi, pentru coloană, burlane cu o grosime de perete egală cu $g_0$, care este grosimea teoretică corespunzătoare adîncimii $H$ (burlane din oțel cu $\sigma_c$ max.). În general, în gama de fabricație grosimea cea mai apropiată, dar acoperitoare, va fi $g_1'$, mai mare decît $g_0$ cu $\Delta g_1'$. Burlanul avînd grosimea $g_0' > g_1'$ nu corespunde condiției consumului minim de metal.

Pentru a găsi grosimea cu depășire minimă, calculatorul trebuie să exploreze toată tabela și să aleagă burlanul pentru care $\Delta_g$ este minim. În continuare, calculatorul trebuie să determine lungimile $X_1, X_2 \ldots X_i$, ale tronsoanelor, astfel încît grosimile burlanelor, la partea inferioară a fiecărui tronson, să fie egale cu grosimile teoretice.

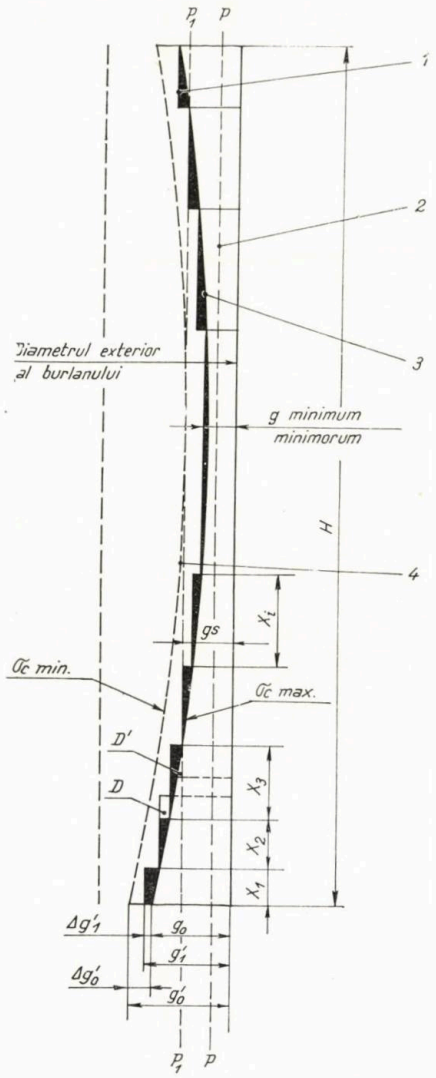



Fig. 3.

Orice prelungire a unui tronson inferior, peste unul superior, reprezintă o depășire a consumului minim de metal, exemplificat prin zona hașurată $D$.

Depășirile tronsoanelor în jos, pentru economie de metal, nu sînt admise, deoarece depășirea negativă $D'$ reprezintă o depășire a rezistenței admisibile în peretele burlanului.

Depășirile reprezentate de suprafețele negre sînt depășiri inevitabile față de consumul minim minimorum de metal, corespunzător profilului teoretic. Aceste depășiri, evident, sînt cu atît mai mari, cu cît gama grosimilor de fabricație este mai redusă.

TABELA 2 a

## BURLANE STAS

PROGRAM TUBARE SONDA NR. 1000 ADÎNCIMEA MAXIMĂ 8000 COLOANA 4 1/2

| CALITATE | RACORD | GR. NOM. | GROSIME | LG. TRONS. | GR. TRONS. | LUNGIME | GREUTATE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BH—40C | M—S | 9.59 | 5.21 | 1000.00 | 14300.0 | 1000.00 | 14300.0 |
| | | *Adîncime 1000 FLUID FORAJ 1.20 OP 1.10* | | | | | |
| DJ—55 D | M—S | 10.50 | 5.69 | 188.05 | 2916.6 | 188.05 | 2916.6 |
| DJ—55 D | M—S | 9.50 | 5.21 | 694.82 | 9936.0 | 882.87 | 12852.6 |
| AH—40 C | M—S | 9.50 | 5.21 | 500.89 | 7162.7 | 1383.76 | 20015.2 |
| GH—40 C | OMEGA | 9.50 | 5.21 | 616.24 | 8621.3 | 2000.00 | 28636.5 |
| | | *ADÎNCIME 2 000 FLUID FORAJ 1.20 OP1.10* | | | | | |
| DN—80 E | M—L | 11.60 | 6.35 | 313.86 | 5389.0 | 313.86 | 5389.0 |
| DJ—55 D | M—S | 11.60 | 6.35 | 713.25 | 12225.1 | 1027.11 | 17614.1 |
| DJ—55 D | M—S | 10.50 | 5.69 | 492.97 | 7646.0 | 1520.08 | 25260.1 |
| DJ—55 D | OMEGA | 9.50 | 5.21 | 819.52 | 11465.1 | 2339.61 | 36725.2 |
| GJ—55 D | OMEGA | 10,50 | 5,69 | 405.03 | 6164.6 | 2744.64 | 42889.8 |
| GJ—55 D | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 255.36 | 4313.1 | 3000.00 | 47202.9 |
| | | *ADÎNCIME 3 000 FLUID FORAJ 1.20 OP1. 10* | | | | | |
| DP—110 L | M—L | 13.50 | 7.37 | 78.90 | 1549.5 | 78.90 | 1549.5 |
| DP—110 L | M—L | 11.60 | 6.35 | 643.31 | 11045.7 | 722.21 | 12595.2 |
| DN— 80 E | M—L | 11.60 | 6.35 | 1071.75 | 18401.9 | 1793.95 | 30997.1 |
| DJ— 55 D | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 774.58 | 13082.7 | 2568.54 | 44079.8 |
| GN— 80 E | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 1431.46 | 24177.4 | 4000.00 | 68257.2 |
| | | *ADÎNCIME 4000 FLUID FORAJ 1.20 OP 1.20* | | | | | |
| DP—110 L | M—L | 13.50 | 7.37 | 1369.95 | 26905.8 | 1369.95 | 26905.8 |
| DP—110 L | M—L | 11.60 | 6.35 | 803.62 | 13798.2 | 2173.58 | 40704.1 |
| FN—80 E | M—L | 11.60 | 6.35 | 1699.19 | 28699.4 | 3872.77 | 69403.5 |
| GP—110 L | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 1127.23 | 19038.9 | 5000.00 | 88442.4 |
| | | *ADÎNCIME 5000 FLUID FORAJ 1.20 OP 1.10* | | | | | |
| DP—110 L | M—L | 15,10 | 8,56 | 632.09 | 14222,1 | 632.09 | 14222.1 |
| DP—110 L | M—L | 13,50 | 7,37 | 2142,51 | 42078.9 | 2774,60 | 56300,9 |
| DP—110 L | OMEGA | 11,60 | 6,35 | 1116,23 | 18853,1 | 3890.83 | 75154.1 |
| GP—110 L | OMEGA | 13,50 | 7,37 | 1779,49 | 34539,8 | 5670,32 | 109693,9 |
| GP—110 L | OMEGA | 15,10 | 8,56 | 329.68 | 7348,6 | 6000,00 | 117042,5 |
| | | *ADÎNCIME 6000 FLUID FORAJ 1.20 OP 1,10* | | | | | |
| DP—110 L | M—L | 15.10 | 8.56 | 1531.32 | 34454.7 | 1531.32 | 34454.7 |
| DP—110 L | M—L | 13.50 | 7.37 | 2178.63 | 42788.4 | 3709.96 | 77243.1 |
| FP—110 L | M—L | 11.60 | 6.35 | 1074.85 | 18154.2 | 4784.80 | 95397.3 |
| GP—110 L | OMEGA | 13.50 | 7.37 | 736.56 | 14276.6 | 5521.36 | 109693.9 |
| GP—110 L | OMEGA | 15.10 | 8.56 | 734.68 | 16376.1 | 6256.05 | 126070.0 |
| GP—110 L | F—L | 15.10 | 8.56 | 343.95 | 7749.3 | 6600.00 | 133819.3 |
| | | *ADÎNCIME 6 600 FLUID FORAJ 1.20 OP 1.10* NU MAI SÎNT BURLANE | | | | | |
| DJ—55 D | M—S | 9.50 | 5.21 | 105.02 | 1501.7 | 105.02 | 1501.7 |
| BH—40 C | M—S | 9.50 | 5.21 | 894.98 | 12798.3 | 1000.00 | 14300.0 |
| | | *ADÎNCIME 1000 FLUID FORAJ 1.70 OP 1.10* | | | | | |
| DN—80 E | M—L | 11.60 | 6.35 | 56.36 | 967.6 | 56.36 | 967.6 |
| DJ—55 D | M—S | 11.60 | 6.35 | 449.96 | 7712.3 | 506.32 | 8680.0 |
| DJ—55 D | M—S | 10.50 | 5.69 | 316.47 | 4908.5 | 822.79 | 13588.5 |
| DJ—55 D | M—S | 9.50 | 5.21 | 474.55 | 6786.1 | 1297.34 | 20374.6 |
| GH—40 C | OMEGA | 9.50 | 5.21 | 606.04 | 8478.6 | 1903.39 | 28853.1 |
| GJ—55 D | OMEGA | 9.50 | 5.21 | 96.61 | 1351.6 | 2000.00 | 30204.7 |
| | | *ADÎNCIME 2 000 FLUID FORAJ 1.70 OP 1.10* | | | | | |
| DP—110 L | M—L | 13.50 | 7.37 | 258.53 | 5077.6 | 258.53 | 5077.6 |
| DP—110 L | M—L | 11.60 | 6.35 | 425.65 | 7308.4 | 684.18 | 12386.0 |
| DN— 80 E | M—L | 11.60 | 6.35 | 648.03 | 11126.6 | 1332.21 | 23512.6 |
| DJ— 55 D | M—S | 11.60 | 6.35 | 456.99 | 7832.8 | 1789.20 | 31345.4 |
| DJ— 55 D | OMEGA | 10.50 | 5.69 | 310.40 | 4724.2 | 2099.60 | 36069.6 |
| GJ— 55 D | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 696.21 | 11759.0 | 2795.80 | 47828.6 |
| GN— 80 E | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 204.20 | 3148.9 | 3000.00 | 51277.5 |

*Tabela 2a (continuare)*

*ADÎNCIME 3000 FLUID FORAJ 1.70 OP 1.20*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DP—110 L | M—L | 15.10 | 8.56 | 97.22 | 2187.5 | 97.22 | 2187.5 |
| DP—110 L | M—L | 13.50 | 7.37 | 1357.71 | 26665.4 | 1454.93 | 28852.9 |
| DP—110 L | M—L | 11.60 | 6.35 | 511.25 | 8778.2 | 1966.18 | 37631.1 |
| DN—80 E | M—L | 11.60 | 6.35 | 847.97 | 14559.6 | 2814.15 | 52190.7 |
| GN—80 E | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 1019.11 | 17212.8 | 3833.26 | 69403.5 |
| GP—110 L | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 166.74 | 2816.2 | 4000.00 | 72219.7 |

*ADÎNCIME 4 000 FLUID FORAJ 1.70 OP 1.10*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DP—110 L | M—L | 15.10 | 8.56 | 1652.53 | 37182.0 | 1652.53 | 37182.0 |
| DP—110 L | M—L | 13.50 | 7.37 | 1351.28 | 26539.1 | 3003.81 | 63721.1 |
| DP—110 L | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 719.50 | 12852.4 | 3723.32 | 75.873.7 |
| GP—110 L | OMEGA | 13.50 | 7.37 | 1476.68 | 28662.4 | 5200.00 | 104536.0 |

*ADÎNCIME 5200 FLUID FORAJ 1.70 OP 1.10*
NU MAI SÎNT BURLANE

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DJ—55 D | M—S | 9.50 | 5.21 | 329.58 | 4712.9 | 329.58 | 4712.9 |
| BH—40 C | M—S | 9.50 | 5.21 | 670.42 | 9587.1 | 1000.00 | 14300.0 |

*ADÎNCIME 1000 FLUID FORAJ 2.20 OP 1.10*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DP—110 L | M—L | 11.60 | 6.35 | 137.15 | 2354.9 | 137.15 | 2354.9 |
| DN—80 E | M—L | 11.60 | 6.35 | 437.35 | 7509.4 | 574.51 | 9864.3 |
| DJ—55 D | M—S | 11.60 | 6.35 | 330.19 | 5659.4 | 904.70 | 15523.7 |
| DJ—55 D | M—S | 10.50 | 5.69 | 232.01 | 3598.4 | 1136.70 | 19122.2 |
| DJ—55 D | M—S | 9.50 | 5.21 | 358.54 | 5127.1 | 1495.24 | 24249.3 |
| GH—40 C | OMEGA | 9.50 | 5.21 | 329.08 | 4603.9 | 1884.32 | 28853.1 |
| DJ—55 D | OMEGA | 9.50 | 5.21 | 175.68 | 2457.7 | 2000.00 | 31310.8 |

*ADÎNCIME 2000 FLUID FORAJ 2.20 OP 1.10*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DP—110 L | M—L | 13.50 | 7.37 | 967.39 | 18999.6 | 967.39 | 18999.6 |
| DP—110 L | M—L | 11.60 | 6.35 | 345.32 | 5929.1 | 1312.71 | 24928.7 |
| DN—80 E | M—L | 11.60 | 6.35 | 518.36 | 8900.2 | 1831.07 | 33828.9 |
| DJ—55 D | M—S | 11.60 | 6.35 | 329.14 | 5641.4 | 2160.20 | 39470.3 |
| DJ—55 D | OMEGA | 10.50 | 5.69 | 223.33 | 3399.2 | 2383.54 | 42869.4 |
| GJ—55 D | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 293.62 | 4959.2 | 2677.15 | 47828.6 |
| GN—80 E | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 322.85 | 5452.9 | 3000.00 | 53281.5 |

*ADÎNCIMEA 3000 FLUID FORAJ 220 OP 1.10*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DP—110 L | M—L | 15.10 | 8.56 | 1166.72 | 26251.2 | 1166.72 | 26251.2 |
| DP—110 L | M—L | 13.50 | 7.37 | 989.59 | 19435.5 | 2156.31 | 45686.8 |
| DP—110 L | M—L | 11.60 | 6.35 | 430.22 | 7386.9 | 2586.53 | 53073.6 |
| DN—80 E | OMEGA | 11.60 | 7.35 | 710.52 | 12000.7 | 3297.05 | 65074.3 |
| GP—110 L | OMEGA | 11.60 | 6.35 | 702.95 | 11872.8 | 4000.00 | 76947.1 |

*ADÎNCIME 4000 FLUID FORAJ 2.20 OP 1.10*
NU MAI SÎNT BUTOAIE.

TABELA *2 b*

**BURLANE GOST**

PROGRAM TUBARE SONDA NR. O ADÎNCIME MAXIMĂ 8000 COLOANA H 0/0

| CALITATE | RACORD | GR. NOM. | GROSIMEA | LG. TRONS. | GR. TRONS. | LUNGIME | GREUTATE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *ADÎNCIME 1000 FLUID FORAJ 1.20* | | | | |
| J—55 D | M—S | 18.00 | 6.00 | 1000.00 | 18470.00 | 1000.00 | 18470.0 B |
| | | | *ADÎNCIME 2000 FLUID FORAJ 1.20* | | | | |
| J—55 D | M—L | 21.00 | 7.00 | 280.85 | 6013.0 | 280.85 | 6013.0 D |
| H—55 D | M—S | 18.00 | 6.00 | 1390.94 | 25690.7 | 1671.79 | 31703.7 A |
| J—55 D | M—L | 21.00 | 7.00 | 328.21 | 7026.9 | 2000.00 | 38730.6 G |
| | | | *ADÎNCIME 3000 FLUID FORAJ 1.20* | | | | |
| J—55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 249.54 | 6707.7 | 249.54 | 6707.7 D |
| J—55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 701.21 | 16948.2 | 950.75 | 23655.9 D |
| J—55 D | M—L | 21.00 | 7.00 | 733.92 | 15713.3 | 1684.67 | 39369.2 D |
| J—55 D | M—L | 21.00 | 7.00 | 181.70 | 3890.1 | 1866.37 | 43259.3 G |
| J—55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 383.09 | 9259.3 | 2249.46 | 52518.5 G |
| J—55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 341.71 | 9185.2 | 2591.17 | 61703.7 G |
| N—55 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 408.83 | 10989.4 | 3000.00 | 72693.1 G |

*Tabela 2 b (continuare)*

*ADÎNCIME 4000 FLUID FORAJ 1.20*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N—80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 1094.40 | 29417.4 | 1094.40 | 29417.4 D |
| J— 55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 798.83 | 21472.6 | 1893.23 | 50890.0 D |
| J— 55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 67.38 | 1628.5 | 1960.61 | 52518.5 F |
| J— 55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 341.71 | 9185.2 | 2302.32 | 61703.7 G |
| N—80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 1027.89 | 27629.6 | 3330.21 | 89333.3 G |
| P—110 L | M—L | 27.00 | 9.00 | 603.51 | 16222.2 | 3933.71 | 105555.6 G |
| P—110 L | X—L | 27.00 | 9.00 | 66.29 | 1781.9 | 4000.00 | 107337.4 G |

*ADÎNCIME 5200 FLUID FORAJ 1.20*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P—110 L | M—L | 27.00 | 9.00 | 889.44 | 23908.3 | 889.44 | 23908.3 D |
| N— 80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 2433.97 | 65425.1 | 3323.41 | 89333.3 F |
| P—110 L | M—L | 27.00 | 9.00 | 603.51 | 16222.2 | 3926.92 | 105555.6 G |
| P—110 L | X—L | 27.00 | 9.00 | 1273.08 | 34220.4 | 5200.00 | 139776.0 G |

*ADÎNCIME 5400 FLUID FORAJ 1.20*

NU MAI SÎNT BURLANE

*ADÎNCIME 1000 FLUID FORAJ 2.20*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| J—55 D | M—L | 21.00 | 7.00 | 35.33 | 756.4 | 35.33 | 756.4 D |
| J—55 D | M—S | 18.00 | 6.00 | 964.67 | 17817.4 | 1000.00 | 18573.9 B |

*ADÎNCIME 2000 FLUID FORAJ 2.20*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N—80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 248.17 | 6670.8 | 248.17 | 6670.8 D |
| J—55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 306.14 | 8229.1 | 554.31 | 14899.9 D |
| J—55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 320.65 | 7750.2 | 874.97 | 22650.1 D |
| J—55 D | M—L | 21.00 | 7.00 | 335.54 | 7184.0 | 1210.51 | 29834.1 D |
| J—55 D | M—S | 18.00 | 6.00 | 101.22 | 1869.6 | 1311.73 | 31703.7 A- |
| J—55 D | M—L | 21.00 | 7.00 | 539.73 | 11555.6 | 1851.46 | 43259.3 G |
| J—55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 148.54 | 3590.2 | 2000.00 | 46849.5 G |

*ADÎNCIME 2800 FLUID FORAJ 2.20*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P—110 L | M—L | 27.00 | 9.00 | 352.46 | 9474.1 | 352.46 | 9474.1 D |
| N—80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 896.94 | 24109.7 | 1249.40 | 33583.8 D |
| J—55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 321.10 | 8631.1 | 1570.49 | 42214.9 D |
| J—55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 332.99 | 8048.4 | 1903.48 | 50263.3 D |
| J—55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 93.31 | 2255.3 | 1996.79 | 52518.5 G |
| J—55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 341.71 | 9185.2 | 2338.50 | 61703.7 G |
| N—80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 461.50 | 12405.0 | 2800.00 | 74108.7 G |

*ADÎNCIME 3000 FLUID FORAJ 2,20*

NU MAI SÎNT BURLANE

*ADÎNCIME 1000 FLUID FORAJ 1,70*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| J—55 D | M—S | 18.00 | 6.00 | 1000.00 | 18470.0 | 1000.00 | 18470.0 B |

*ADÎNCIME 2000 FLUID FORAJ 1.70*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| J—55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 6.44 | 173.2 | 6.44 | 173.2 D |
| J—55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 432.93 | 10464.0 | 439.38 | 10637.2 B |
| J—55 D | M—L | 21.00 | 7.00 | 456.24 | 9768.1 | 895.62 | 20405.3 D |
| J—55 D | M—S | 18.00 | 6.00 | 611.72 | 11298.4 | 1507.33 | 31703.7 A |
| J—55 D | M—L | 21.00 | 7.00 | 492.67 | 10548.0 | 2000.00 | 42251.7 G |

*ADÎNCIME 3000 FLUID FORAJ 1.70*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N—80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 893.82 | 24025.9 | 893.82 | 24025.9 D |
| J—55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 445.09 | 11964.1 | 1338.91 | 35990.0 D |
| J—55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 464.10 | 11217.2 | 1803.01 | 47207.2 D |
| J—55 D | M—L | 24.00 | 8.00 | 219.75 | 5311.3 | 2022.76 | 52518.5 G |
| J—55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 341.71 | 9185.2 | 2364.47 | 61703.7 G |
| N—80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 635.53 | 17083.1 | 3000.00 | 78786.8 G |

*ADÎNCIME 3600 FLUID FORAJ 1.70*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P—110 L | M—L | 27.00 | 9.00 | 455.66 | 12248.1 | 455.66 | 12248.1 D |
| N— 80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 1290.10 | 34678.0 | 1745.76 | 46926.1 D |
| J— 55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 484.10 | 13012.6 | 2229.86 | 59938.6 D |
| J— 55 D | M—L | 27.00 | 9.00 | 65.67 | 1765.1 | 2295.52 | 61703.7 G |
| N— 80 E | M—L | 27.00 | 9.00 | 1027.89 | 27629.6 | 3323.41 | 89333.3 G |
| P—110 L | M—L | 27.00 | 9.00 | 276.59 | 7434.7 | 3600.00 | 96768.0 G |

*ADÎNCIME 3 800 FLUID FORAJ 1.70*

NU MAI SÎNT BURLANE.

În figura 3 s-a arătat, prin linie punctată $PP$, grosimea de perete minimă, necesară pentru ca burlanele să reziste presiunii interioare conform ecuației 4. Dacă această linie ocupă poziția $P_1P_1$, corespunzătoare unei grosimi $g_s$, calculatorul trebuie să elimine, din alcătuirea coloanei, burlanele avînd grosimi de perete inferioare lui $g_s$.

Calculatorul trebuie să exploreze toate liniile tabelei și să verifice dacă burlanele îndeplinesc condiția (3), deci dacă rezistă la acțiunea presiunii stratului $P_c$, care s-ar stabili în interiorul lor, concomitent cu depresurizarea spațiului inelar. Burlanele care nu îndeplinesc această condiție sînt eliminate de calculator din tabelă, urmînd, așa cum s-a arătat, ca după executarea programului calculatorul să restabilească integritatea tabelei, în vederea reluării programului pentru altă problemă.

În plus, la fiecare tronson, calculatorul trebuie să facă verificarea la smulgere din filet, conform ecuației (5).

Dacă rezultatul verificării este negativ, calculatorul trebuie să exploreze coloanele 9—16 ale tabelei în căutarea unui tip superior de îmbinare, care să satisfacă condiția 5. Dacă o astfel de îmbinare nu există calculatorul trebuie să aleagă pentru tronson grosimea de perete imediat superioară.

## II. Exemple de folosire a algoritmului

În cele ce urmează sînt date rezultatele obținute la determinarea construcției coloanelor de 4 1/2 in API și 5 1/2 in GOST pentru adîncimi pînă la 6 000 m, pentru fluide de foraj avînd greutatea specifică cuprinsă între 1,2 și 2,2 kgf/dm³.

În tabela 2 *a-b* sînt redate extrase din filele de rezultate obținute la calculatorul Elliott 4 100.

Tabela 3 cuprinde greutățile coloanelor din burlane API (STAS) pentru adîncimi de sondă din 200 în 200 m pentru fluide de foraj de 1,2—1,7 și 2,2 kgf/dm³.

Pentru a se putea deduce avantajele calculului electronic automat s-au dat în tabelă, comparativ, rezultatele obținute la determinarea construcției coloanelor cu calculatorul semiautomat Programma 101, coloana 2, și în cel automat Elliott—4100 coloana 3.

Se constată că folosirea calculului complet automat duce la economii de metal de 2 la 4% (coloana 4).

Greutățile mai mari obținute la calculul semiautomat se datoresc imposibilității ca operatorul să găsească combinațiile optime de burlane.

După cum era de așteptat, criteriul construcției fiind consumul minim de metal, apare avantajoasă folosirea la partea de sus a coloanelor a burlanelor cu îmbinări speciale de tip Omega, care la aceeași grosime de perete

TABELA 3

| Adîncime, m | Burlane 4 1/2 API Tabela 1-*a* | | | Burlane 4 1/2 API Tabela 1—*b* | | Economie totală, % (6/2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | P 101 | Elliott | Economie, % | Elliott | Economie, % (6/3) | |
| **Fluid foraj = 1,2 kgf/dm³** | | | | | | |
| 2 000 | 29 065 | 28 637 | 1,5 | 28 418 | 0,75 | 2,25 |
| 2 200 | 32 461 | 31 730 | 2,2 | 31 364 | 1,2 | 3,40 |
| 2 400 | 36 486 | 35 206 | 3,5 | 34 426 | 2,0 | 5,50 |
| 2 600 | 40 833 | 39 709 | 2,7 | 37 568 | 5,4 | 8,10 |
| 2 800 | 45 202 | 43 277 | 4,3 | 40 476 | 6,5 | 10,80 |
| 3 000 | 49 595 | 47 203 | 5,0 | 44 001 | 6,7 | 11,70 |
| 3 200 | 53 662 | 51 417 | 4,2 | 47 556 | 7,3 | 11,50 |
| 3 400 | 57 637 | 57 026 | 1,1 | 51 117 | 10,3 | 11,40 |
| 3 600 | 61 631 | 60 481 | 2,0 | 54 686 | 9,3 | 11,30 |
| 3 800 | 65 235 | 64 287 | 1,5 | 28 261 | 9,3 | 10,80 |
| 4 000 | 68 856 | 68 257 | 0,75 | 61 856 | 9,3 | 10,05 |
| 4 200 | 72 953 | 72 358 | 0,8 | 66 074 | 8,6 | 9,40 |
| 4 400 | 77 635 | 76 472 | 1,5 | 70 306 | 7,0 | 8,50 |
| 4 600 | 82325 | 80 600 | 1,8 | 74 552 | 7,5 | 9,30 |
| 4 800 | 87 023 | 84 328 | 3,0 | 80 267 | 4,8 | 7,80 |
| 5 000 | 93 312 | 88 442 | 5,2 | 84 412 | 4,5 | 9,70 |
| 5 200 | 97 704 | 92 566 | 5,2 | 91 442 | 1,25 | 6,45 |
| 5 400 | 106 106 | 96 895 | 8,8 | 95 600 | 1,25 | 10,05 |
| 5 600 | 108 788 | 101 868 | 6,3 | 100 569 | 0,5 | 6,85 |
| 5 800 | 115 231 | 107 632 | 6,6 | 106 325 | 1,1 | 7,70 |
| 6 000 | 121 691 | 117 043 | 3,9 | 116 585 | 0,3 | 4,20 |
| 6 200 | 128 500 | 122 229 | 4,9 | 122 110 | — | 4,90 |
| 6 400 | — | 127 375 | | 127 674 | — | — |
| 6 600 | — | 133 819 | | 133819 | — | — |
| Total | 1 631 931 | 1 567 663 | 44,00 | 1 498 031 | 4,50 | 8,50 |
| Economie medie 8,50% | | | | | | |
| **Fluid foraj = 1,7 kgf/dm³** | | | | | | |
| 2 000 | 30 772 | 30 205 | 1,6 | 29 090 | 3,5 | 5,10 |
| 2 200 | 34 662 | 33 787 | 2,5 | 32 580 | 3,5 | 6,00 |
| 2 400 | 38 951 | 37 950 | 2,5 | 35 943 | 5,1 | 7,60 |
| 2 600 | 43 254 | 41 468 | 4,0 | 39 459 | 4,5 | 8,50 |
| 2 800 | 47 223 | 45 288 | 4,0 | 43 039 | 5,0 | 9,00 |
| 3 000 | 51 815 | 51 278 | 1,0 | 47 156 | 8,0 | 9,00 |
| 3 200 | 56 178 | 55 317 | 1,5 | 51 282 | 7,25 | 8,75 |
| 3 400 | 60 211 | 59 763 | 0,5 | 55 299 | 7,25 | 7,75 |
| 3 600 | 64 040 | 63 813 | 0,5 | 59 492 | 6,75 | 7,25 |
| 3 800 | 68 290 | 67 869 | 0,5 | 63 568 | 6,10 | 6,60 |
| 4 000 | 72 620 | 72 220 | 0,5 | 68 009 | 5,75 | 6,25 |
| 4 200 | 78 078 | 76 782 | 1,6 | 73 973 | 3,5 | 5,10 |
| 4 400 | 83 501 | 81 597 | 2,25 | 78 817 | 3,5 | 5,75 |
| 4 600 | 89 318 | 86 427 | 3,2 | 85 671 | 0,5 | 3,70 |
| 4 800 | 95 649 | 91 273 | 4,5 | 90 517 | 0,5 | 5,00 |
| 5 000 | 102 000 | 96 246 | 5,6 | 95 329 | 1,0 | 6,60 |
| 5 200 | 108 371 | 104 536 | 3,5 | 104 294 | 0,2 | 3,70 |
| Total | 1 115 023 | 1 095 819 | 1,90 | 1 053 568 | 3,70 | 5,60 |
| Economie medie 5,60% | | | | | | |
| **Fluid foraj = 2,2 kgf/dm³** | | | | | | |
| 2 000 | 31 900 | 31 311 | 2,0 | 30 375 | 3,1 | 5,10 |
| 2 200 | 36 060 | 35 469 | 1,5 | 33 908 | 4,3 | 5,80 |
| 2 400 | 40 864 | 39 538 | 3,1 | 37 972 | 4,0 | 7,10 |
| 2 600 | 45 395 | 43 692 | 3,5 | 42 043 | 3,6 | 7,10 |
| 2 800 | 49 932 | 49 264 | 1,1 | 46 120 | 6,25 | 7,35 |
| 3 000 | 53 945 | 53 282 | 1,0 | 50 203 | 5,6 | 6,60 |
| 3 200 | 58 542 | 58 179 | 0,5 | 54 798 | 5,6 | 6,10 |
| 3 400 | 63 249 | 62 904 | 0,6 | 59 597 | 5,0 | 5,60 |
| 3 600 | 67 965 | 67 640 | 0,2 | 64 409 | 5,0 | 5,20 |
| 3 800 | 72 689 | 72 202 | 0,5 | 70 052 | 2,8 | 3,30 |
| 4 000 | 78 109 | 76 947 | 1,5 | 74 821 | 2,4 | 3,90 |
| Total | 598 650 | 590 428 | 1,10 | 564 298 | 4,50 | 5,60 |
| Economie medie, 5,60 % | | | | | | |

oferă o rezistență la smulgere din filet mai mare decît îmbinările cu mufe normale.

Din calculul automat rezultă că, cu gama actuală de burlane 4 1/2 in, se poate atinge o adîncime de tubare de 6 600 m, în loc de 6 200 m, din cauza micșorării greutății coloanelor.

După cum am arătat algoritmul de construcție a coloanelor poate fi folosit și pentru studierea unor tabele de burlane conținînd sortimente noi, care să ducă la economii față de sortimentele actuale. Pentru a demonstra acest lucru s-a prelucrat cu ajutorul programului, la calculatorul Elliott—4100, o tabelă de burlane 4 1/2 in conținînd o gamă completă de burlane pentru fiecare calitate de oțel.

Tabela 1 *b* conține la toate calitățile de oțel gama completă de grosimi (5,21—5,69 — —6,35—7,37—8,59 mm) față de tabela 1 *a*, care nu conținea gama completă de grosimi decît la oțelul grad J—55.

Caracteristicile burlanelor adăugate au fost stabilite prin interpolare sau extrapolare a valorilor din tabela inițială. Desigur că aceste caracteristici vor fi stabilite definitiv la eventuala introducere a burlanelor noi în fabricație.

Prelucrarea acestei tabele a dat rezultatele din col. 5 care, comparate cu rezultatele obținute în tabela 1 *a*, arată că prin completarea gamei de burlane se pot obține economii de metal de pînă la 10%.

Economia medie de 3,7—4,5 % pe întreaga gamă de adîncimi arată că introducerea în fabricație a unor tipuri de burlane care să completeze gama actuală merită să fie luată în discuție cu uzinele producătoare.

Extinderea fabricației nu va necesita instalații sau calibre noi, întrucît este vorba numai de completarea gamei actuale de grosimi la mai multe calități de oțel.

Comparînd cele două serii de rezultate și analizînd tabelul complet de rezultate (care nu a fost reprodus din lipsă de spațiu), rezultă ca indicate a fi introduse în fabricație pentru coloanele de 4 1/2 in următoarele sorturi de burlane noi : 5,21 și 5,69 N 80 și P 110 și ca neindicate următoarele sorturi : 5,69—6,35—7,37 și 8,56 H 40.

Apar în plus ca nefolosibile o serie de grosimi care actualmente se fabrică.

Deoarece în prezent burlanele din oțeluri N 80 și P 110 se importă, dar fabricarea lor în țară nu poate întîrzia, rezultă că va putea fi luată în considerație introducerea în fabricație a întregei game de grosimi și nu a gamei reduse API.

Menționăm că în această privință există un precedent, deoarece la gradul J—55 și în prezent gama de fabricație din R.S.R. prezintă o extindere a gamei API la grosimile de 7,37 și 8,56 mm.

Un studiu complet pentru toată gama de diametre de coloane va putea arăta pentru fiecare diametru de coloană sorturile noi indicate a fi fabricate.

## Concluzii

Folosirea în viitor a algoritmului pentru determinarea construcției coloanelor de tubaj cu ajutorul unui calculator electronic automat va face posibile :

— Determinarea construcției coloanelor de tubaj compuse din gama actuală de burlane cu economii importante de metal.

— Completarea pentru fiecare diametru de coloană a sortimentelor de burlane, astfel încît să se poată obține cele mai mari economii posibile de metal.

— Obținerea unor adîncimi mai mari de tubare față de cele actuale, prin scăderea greutății coloanelor.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Pantazi, D. Construcția și tubarea sondelor. Ed. tehnică, București, 1965.
2. Curran, B. E. Simplified design calculations for combination casing. World Oil, ian. 1949.
3. Tottolo, E. Determinarea construcției optime a coloanelor de tubaj cu ajutorul unui calculator electronic de birou. Petrol și gaze, nr. 8, 1970.

# EVIDENŢA CĂDERILOR DE PRESIUNE ÎN SPATELE COLOANELOR

N. Oprişan

Exploatarea sondelor de ţiţei şi gaze se realizează, în multe cazuri, sub potenţialul de producţie, datorită modului de executare a lucrărilor de foraj. Factorii principali care produc dificultăţi şi contribuie la diminuarea productivităţii sondelor sînt pierderile de circulaţie şi blocajul stratelor productive.

Dificultăţile arătate au căpătat amploare pe măsură ce s-a mărit adîncimea sondelor. Pierderile de circulaţie ca şi blocajul stratelor se produc atît în timpul lucrului sapelor, cît şi în timpul tubajului şi cimentării coloanelor. Un rol important în producerea acestor dificultăţi revine presiunilor din gaura de sondă.

În lucrarea de faţă ne propunem să evidenţiem căderile de presiune din gaura de sondă, care apar în timpul operaţiilor de tubaj, şi modul în care aceste căderi de presiune trebuie estimate, momentan, în timpul circulaţiei.

Presiunile care se exercită asupra pereţilor găurii de sondă provin din presiunea statică produsă de greutatea specifică a fluidului de foraj şi din presiunea dinamică rezultată din viteza de circulaţie a fluidelor. În timpul tubajului şi al pregătirii pentru cimentare, presiunile statice au valori constante, însă presiunea dinamică are valori variabile în intervale de timp foarte mici, datorită variaţiei debitului de circulaţie care determină viteza fluidelor.

Din această cauză este util să se cunoască mărimea presiunilor dinamice din gaura de sondă.

În timpul circulaţiei rezultă presiuni atît în interiorul burlanelor, cît şi în spaţiul inelar, fiind important să se cunoască, în primul rînd, presiunile dinamice din spaţiul inelar, care ar putea produce pierderi de circulaţie şi blocaje în formaţiunea productivă.

Căderile de presiune (presiunile dinamice) se determină cu ajutorul relaţiei Darcy-Weissbach :

$$\Delta p = \frac{\lambda \gamma \cdot L \cdot V^2}{2\, g \cdot d}$$

Înlocuind viteza de circulaţie $V$ cu debitul $Q$ şi folosind unităţile de măsură practice, relaţia expusă se poate scrie sub formele :

— interior coloană :

$$\Delta p \text{ int.} = 82{,}65\, \frac{\lambda \cdot \gamma \cdot L \cdot Q^2}{d_{i5}}$$

— spaţiul inelar:

$$\Delta p \text{ ext.} = 82{,}65\, \frac{\lambda \cdot \gamma \cdot L \cdot Q^2}{(D - d_e)^3 (D + d_e)^2}$$

în care :

$\Delta p$. int. reprezintă căderea de presiune în interior coloană, kgf/cm²;
$\Delta p$ ext. căderea de presiune în spaţiul inelar, kgf/cm²
$L$ — lungimea coloanei, m;
$Q$ — debitul, l/s;
$D$ — diametrul găurii de sondă, cm;
$d_i$ — diametrul interior al coloanei, cm;
$d_e$ — diametrul exterior al coloanei, cm;
$\gamma$ — greutatea specifică a fluidului, kgf/dm³;
$\lambda$ — coeficientul de frecare.

Pentru un anumit diametru de coloană şi gaură de sondă, valorile : $D$, $d_e$ şi $d_i$, fiind constante, se poate face următoarea notare :

$$K_{\Delta pi} = 82{,}65\, \frac{\lambda}{d_i^5} \text{ şi } K_{\Delta pe} = 82{,}65\, \frac{\lambda}{(D - d_e)^3 (D + d_e)^2}$$

Atunci relaţiile de calcul se pot scrie :

$$\Delta p_{int} = K_{\Delta pi} \cdot \gamma \cdot L \cdot Q^2 \qquad (1)$$

$$\Delta p_{ext} = K_{\Delta pe} \cdot \gamma \cdot L \cdot Q^2 \qquad (2)$$

Pentru coeficientul de frecare $\lambda$ s-au adoptat valorile :

— în spaţiul inelar : $\lambda = 0{,}025$ (curgere turbulentă);

— în interior coloană : $\lambda = \frac{64}{Re}$ (curgere laminară).

În tabelele 1 şi 2 sînt date valorile coeficienţilor $K\Delta_{pi}$ şi $K\Delta_{pe}$, pentru diferite coloane şi diametre de gaură de sondă.

TABELA 1

**Coeficienţii căderilor de presiune în interior coloană**

| Coloana | | | |
|---|---|---|---|
| diametrul nominal, in | diametrul interior, $d_i$ · mm | $\lambda$ | $K_{pi}$ |
| 4 1/2 | 99,56 | 0,021 | $0{,}1776 \times 10^{-4}$ |
| 5 | 108,62 | 0,021 | $0{,}1149 \times 10^{-4}$ |
| 5 1/2 | 118,62 | 0,025 | $0{,}088 \times 10^{-4}$ |
| 6 5/8 | 144,18 | 0,030 | $0{,}039 \times 10^{-4}$ |
| 7 | 150,36 | 0,030 | $0{,}032 \times 10^{-4}$ |
| 8 5/8 | 196,24 | 0,035 | $0{,}0099 \times 10^{-4}$ |
| 9 5/8 | 222,40 | 0,045 | $0{,}0068 \times 10^{-4}$ |
| 10 3/4 | 250,14 | 0,050 | $0{,}0043 \times 10^{-4}$ |
| 13 3/8 | 315,32 | 0,070 | $0{,}0018 \times 10^{-4}$ |

TABELA 2

**Coeficienţii căderilor de presiune în spaţiul inelar**

| Coloana | | Diametrul găurii, D, mm | $\lambda$ | $K_{spe}$ |
|---|---|---|---|---|
| diametrul nominal, in. | diametrul exterior, $d_e$, mm | | | |
| 4 1/2 | 114,3 | 146<br>171,5 | 0,025<br>0,025 | 0,97 $\times 10^{-4}$<br>0,13 $\times 10^{-4}$ |
| 5 | 127,0 | 187,5 | 0,025 | 0,094 $\times 10^{-4}$ |
| 5 1/2 | 139,7 | 190<br>212,7 | 0,025<br>0,025 | 0,15 $\times 10^{-4}$<br>0,043 $\times 10^{-4}$ |
| 6 5/8 | 168,3 | 212,7<br>244,5 | 0,025<br>0,015 | 0,16 $\times 10^{-4}$<br>0,028 $\times 10^{-4}$ |
| 7 | 177,8 | 212,7<br>244,5 | 0,025<br>0,025 | 0,32 $\times 10^{-4}$<br>0,039 $\times 10^{-4}$ |
| 8 5/8 | 219,1 | 295 | 0,025 | 0,018 $\times 10^{-4}$ |
| 9 5/8 | 244,5 | 311,2 | 0,025 | 0,022 $\times 10^{-4}$ |
| 10 3/4 | 273,0 | 346 | 0,025 | 0,14 $\times 10^{-4}$ |
| 13 3/8 | 339,7 | 444,5 | 0,025 | 0,0029 $\times 10^{-4}$ |

În vederea formării unei imagini mai clare asupra căderilor de presiune în spaţiul inelar s-a întocmit un grafic în care s-a considerat adîncimea de 1 000 m şi greutatea specifică a fluidului de foraj de 1 kgf/dm³.

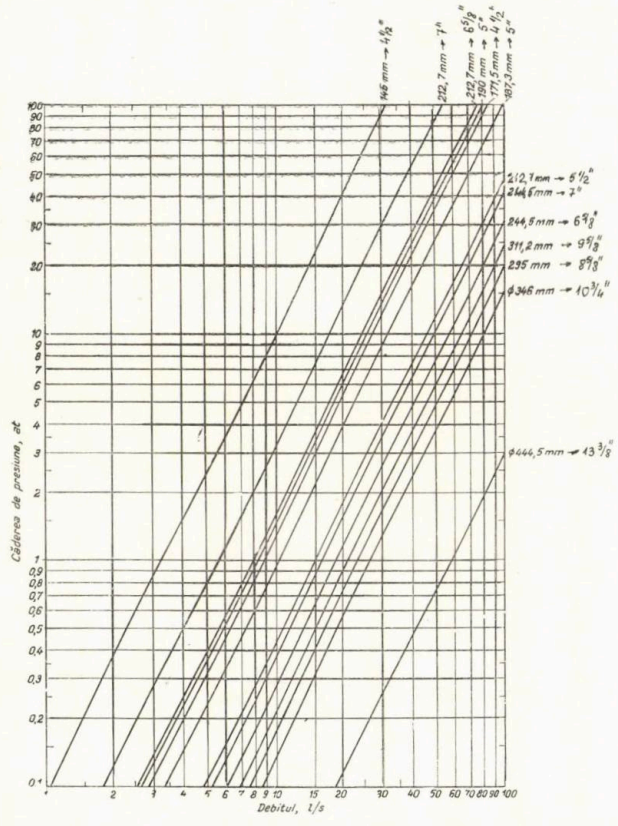



Fig. 1. Căderi de presiune în spaţiul inelar la adîncimea de 1000 m (greut. specifică fluid — 1 kgf/dm³).

Se observă că la un debit de 10 l/s (aproximativ un agregat de cimentare) căderile de presiune în spaţiul inelar sînt mici, sub 2 at. Numai pentru coloanele de 7 in, în gaura de 212,7 mm, şi 4 1/2 in în gaură de 146 mm, căderile de presiune sînt de 3,2 at, respectiv 9,7 at.

Dacă se lucrează cu cinci agregate de cimentare, realizîndu-se un debit de 50 l/s, atunci căderile de presiune se măresc de 25 ori. Presiunea cea mai mică este de 0,74 at, pentru coloana de 13 3/8 in, în gaură de 444,5 mm, iar cea mai mare este de 242 at, pentru coloana de 4 1/2 in, în gaura de 146 mm, rezultînd o diferenţă substanţială între căderile de presiune în spaţiul inelar al coloanelor.

Dacă se consideră coloanele fixate la 5 000 m, atunci presiunile se mai măresc de 5 ori, obţinîndu-se 3,7 at pentru coloana de 13 3/8 în şi 1210 at pentru coloana de 4 1/2 in. În plus, toate valorile menţionate trebuie multiplicate cu greutatea specifică a fluidului de foraj pentru a se obţine presiunea reală. Se observă că se realizează presiuni exagerate la coloanele de exploatare dacă se lucrează cu debite mari.

Pentru a se face o analiză comparativă a căderilor de presiune din spaţiul inelar şi interiorul coloanelor este suficient să se compare valorile coeficienţilor $K_{\Delta pi}$ şi $K_{\Delta p_s}$.

Se observă că, în general, căderile de presiune în spaţiul inelar sînt mai mari decît căderile de presiune din interiorul coloanelor. Numai în patru situaţii căderile de presiune din interior sînt mai mari decît cele din spaţiul inelar şi anume : coloana de 4 1/2 in în Ø 171,5 mm, coloana de 5 in în Ø 187,3 mm, coloana de 51/2 in în Ø 212,5 mm şi coloana 6 5/8 in, în 244,5 mm.

În timpul circulaţiei, cînd debitele variază, nu este practic determinarea căderilor de presiune în spaţiul inelar, folosind relaţia (2), din care cauză este util de a se lua în consideraţie raportul dintre căderile de presiune din spaţiul inelar şi căderea de presiune globală (interior şi exterior coloană).

Pentru obţinerea căderii de presiune globale trebuie ca din presiunea de circulaţie să se scadă căderile de presiune din şiul coloanei, care rezultă din relaţia :

$$\Delta p_s = 0{,}916 \frac{\gamma \cdot Q^2}{(d_i^2 - d^2)^2},$$

în care :

$\Delta_{ps}$ este căderea de presiune în şiu, at;
$\gamma$ — greutatea specifică a fluidului de foraj, kgf/dm³;
$Q$ — debitul de circulaţie, l/s;
$d_i$ — diametrul interior la şiu, cm;
$d$ — diametrul exterior al supapei şiului, cm.

Relaţia indicată pune în evidenţă faptul că în şiul coloanelor se realizează căderi de presiune mici, avînd valori care nu depăşesc 10 at în

TABELA 3

**Coeficientul „On" pentru determinarea căderilor de presiune în spațiul inelar**

| Coloana: diametrul nominal, in | Diametrul găurii de sondă, mm | Coeficientul spațiului inelar pe $K_{\Delta pe}$ | Coeficientul interior coloană $K_{\Delta pi}$ | On Raportul: $\frac{K_{\Delta de}}{K_{\Delta pe}+K_{\Delta pi}}$ |
|---|---|---|---|---|
| 4 1/2 | 146,0 | $0,97\times10^{-4}$ | $0,1776\times10^{-4}$ | 0,845 |
| | 171,5 | $0,13\times10^{-4}$ | | 0,423 |
| 5 | 187,3 | $0,094\times10^{-4}$ | $0,1149\times10^{-4}$ | 0,441 |
| 5 1/2 | 190.0 | $0,15\times10^{-4}$ | $0,088\times10^{-4}$ | 0,630 |
| | 212,7 | $0,043\times10^{-4}$ | | 0,328 |
| 6 5/8 | 212.7 | $0,16\times10^{-4}$ | $0,039\times10^{-4}$ | 0,804 |
| | 244,5 | $0,028\times10^{-4}$ | | 0,418 |
| 7 | 212,7 | $0,32\times10^{-4}$ | $0,032\times10^{-4}$ | 0,909 |
| | 244.5 | $0,39\times10^{-4}$ | | 0,550 |
| 8 5/8 | 295,0 | $0,018\times10^{-4}$ | $0,0099\times10^{-4}$ | 0,645 |
| 9 5/8 | 311,2 | $0,022\times10^{-4}$ | $0,0068\times10^{-4}$ | 0,714 |
| 10 3/4 | 346,0 | $0,014\times10^{-4}$ | $0,0043\times10^{-4}$ | 0,765 |
| 13 3/8 | 444,5 | $0,0029\times10^{-4}$ | $0,0018\times10^{-4}$ | 0,617 |

situația cea mai critică, adică pentru debitul de 50 l/s și coloana de 4 1/2 in, cînd se obține în spațiul inelar o cădere de presiune de circa 242 at la adîncimea de 1 000 m. Deci, în general, se poate face abstracție de căderile de presiune în șiul coloanelor și se poate lua în considerație presiunea de circulație care este apropiată de presiunea (interior și exterior coloană).

Avînd în vedere observațiile expuse, rezultă că se obține o indicație asupra valorii căderilor de presiune în spațiul inelar dacă se urmărește presiunea de circulație. Este necesară determinarea unui coeficient cu ajutorul căruia, din presiunile de circulație, să rezulte presiunile din spațiul inelar, Acest coeficient notat cu *On*, reprezintă raportul dintre căderile de presiune din spațiul inelar și căderea de presiune globală, care, după cum s-a menționat, este foarte apropiată de presiunea de circulație. Dacă presiunea de circulație se multiplică cu coeficientul *On*, se obține căderea de presiune din spațiul inelar.

În tabela 3 se dau valorile coeficientului *On*.

Coeficientul *On* este util pentru operatorii din șantier, deoarece urmărind presiunea de circulație pot estima în orice moment care sînt căderile de presiune în spațiul inelar și pot acționa imediat asupra debitului pentru a nu se depăși în mod exagerat presiunile din zăcămînt.

## Concluzii

Căderile de presiune în spațiul inelar al coloanelor pot avea valori exagerate dacă se folosesc debite mari.

Valori mari de presiune se obțin, în special, la coloanele de exploatare tubate în găuri cu diametre reduse.

În majoritatea cazurilor, cea mai mare parte din presiunea de circulație în timpul tubajului se datorește căderilor de presiune din spațiul inelar al coloanelor, a căror valoare poate ajunge pînă la circa 90% din presiunea înregistrată la pompe.

Pentru estimarea căderilor de presiune în spațiul inelar se poate folosi coeficientul *On*, care trebuie multiplicat cu presiunea de circulație.

### BIBLIOGRAFIE

1. Dravăț, I. ș.a. Forajul cu jet. Ed. tehnică, București, 1971.

# Factorii care determină apariţia crustelor în sistemele de extracţie şi transport al ţiţeiului

Lucreţia Iosifescu

Crustele au constituit o problemă pentru operatorii din schelele petrolifere în ultimii ani, mai precis o dată cu creşterea procentului de apă în ţiţeiul produs şi extinderea proceselor de exploatare prin injecţie de apă. Dintre principalele greutăţi create de acestea, se citează :

— reducerea debitului de producţie şi respectiv injecţie, ca urmare a micşorării secţiunilor de curgere prin ţevi de extracţie, conducte, blocării ventilelor etc. ;

— mărirea consumului de ţevi de extracţie, tije, pompe etc. ;

— creşterea numărului de intervenţii pentru deblocarea şi curăţirea utilajelor, refacerea receptivităţii formaţiunilor colectoare etc. ;

— mărirea consumului de energie electrică ;

— mărirea numărului de sonde de injecţie etc.

Rezolvarea acestei probleme comportă două operaţii, dintre care cea dintîi are ca scop îndepărtarea crustelor existente, iar a doua prevenirea reapariţiei acestora.

Pentru îndepărtarea crustelor se folosesc procedee fizice (frezare, lărgire, ciocănire), procedee chimice (tratamente cu soluţii acide) şi fizico-chimice.

Eficacitatea acestor procedee este condiţionată însă de natura crustelor, de grosimea şi de posibilitate de intervenire (respectiv de locul de formare). Crustele dure, compacte, groase sînt foarte greu şi, uneori, chiar imposibil de îndepărtat. Din această cauză o mare importanţă se atribuie depistării şi îndepărtării crustelor în fază incipientă.

Metodele moderne tind însă spre reducerea la minimum a operaţiilor de îndepărtare a crustelor în favoarea celor de prevenire a formării lor, întrucît aplicarea repetată a primelor duce la slăbirea materialelor şi scoaterea prematură din uz a utilajelor.

Pentru aplicarea tratamentelor adecvate este necesară cunoaşterea compoziţiei crustelor, a caracteristicilor fizico-chimice a apelor din care provin, a soluţiilor optime de combatere şi prevenire. Aceste informaţii se obţin prin analize şi teste de laborator şi şantier.

## 1. Compoziţia crustelor

În sistemele de extracţie şi transport al ţiţeiului depunerile minerale apar în două forme : şlamuri şi cruste. Şlamurile sînt depuneri moi, neaderente, rezultate din sedimentarea impurităţilor conţinute în apele de zăcămînt ; argile, marne, nisip, produşi de coroziune ţiţei etc. Se întîlnesc, de obicei, în rezervoarele de depozitare a producţiei, decantoare, filtre. Nu sînt considerate periculoase, deoarece pot fi îndepărtate cu jeturi puternice de apă sau prin lopătare.

Crustele sînt însă depuneri minerale dure, compacte, aderente greu sau uneori chiar imposibil de îndepărtat. Iau naştere din înseşi sărurile anorganice dizolvate în apele de zăcămînt, care ies din soluţie ca urmare a unor modificări în echilibrul chimic iniţial, şi se depun pe material, în locul de formare. Pot conţine ca impurităţi : produşi de coroziune, ţiţei solidificat, parafină, silicaţi etc. şi, în general tot ce se află în suspensie în apa respectivă.

Cei mai obişnuiţi componenţi ai crustelor sînt carbonatul de calciu, sulfatul de calciu şi sulfatul de bariu. Ocazional pot apărea sulfat şi carbonat de stronţiu, carbonat de bariu şi carbonat de magneziu, produşi de coroziune: oxizi şi sulfură de fier.

În tabela 1 sînt prezentate analizele unor depuneri tipice de cruste. În fiecare probă se constată prezenţa ţiţeiului, a produşilor de coroziune (săruri de fier), precum şi a cel puţin 2—3 componenţi mineralogici.

Cruste formate dintr-un singur component se întîlnesc cu totul excepţional. În mod frecvent, în compoziţia crustelor intră aproape toate sărurile prezentate în apele din care provin.

## 2. Cauzele formării crustelor

Formarea crustelor din apele produse împreună cu ţiţeiul în drumul lor spre gaura de sondă în instalaţiile de depozitare, transport, epurare şi injecţie se poate datora următoarelor cauze :

— deplasarea echilibrului chimic al sărurilor solide conţinute ;

— depăşirea valorilor produselor lor de solubilitate ;

— formarea de compuşi noi.

Factorii care determină aceste modificări în chimismul apelor de zăcămînt sînt :

— scăderea bruscă a presiunii de zăcămînt ;
— variaţiile de temperatură ;
— schimbarea compoziţiei mineralogice ;
— amestecul de ape cu caracteristici diferite ;
— dezvoltarea microorganismelor.

Se va reda în continuare influenţa fiecăruia dintre aceşti factori.

TABELA

**Diferite tipuri de cruste**

| | Componenţii crustelor, % | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Apă | Ţiţei | $SiO_2$ | $Fe_2O_3+Al_2O_3$ | $CaCO_3$ | $CaSO_4$ | $MgCO_3$ | $BaSO_4$ | $CO_3Ba$ |
| Depuneri pe echipamentul de fund al sondelor în producţie | 0 25 | 7,41 | 3 33 | 3,31 | 9,00 | 5,53 | 2,40 | 68,77 | — |
| | — | 12,12 | 0,30 | 11,30 | 7,30 | 25,40 | 6,67 | 48,22 | — |
| | — | 9,86 | 8,11 | 0,83 | 7,54 | 0,54 | 0,37 | 71,48 | — |
| | 1,30 | — | 0,26 | 7,77 | 88,37 | 0,42 | 1,30 | — | — |
| | — | 11,71 | 0,27 | 6,29 | 79,20 | 0,73 | 1,27 | — | — |
| | — | 3,10 | 0,58 | 3,97 | 90,33 | 1,36 | 0,05 | — | — |
| | — | — | 0,54 | 11,99 | 77,82 | 0,82 | 7,90 | — | — |
| | — | 10,31 | 1,98 | 9,34 | 72,70 | 2,60 | 1,96 | — | — |
| | — | 18,47 | 13,94 | 9,35 | 55,03 | 1,60 | 0,79 | — | — |
| | 0,98 | 1,50 | 11,98 | 58,63 | 26,64 | 0,89 | 1,05 | — | — |
| | 0,30 | 2,30 | 5,97 | 1,92 | — | 1,75 | 0,74 | 86,2 | — |
| | — | 3,75 | 1,16 | 0,09 | 0,04 | — | 0,03 | 87,90 | 4,14 |
| Depuneri pe conductele de transport al ţiţeiului | 0,80 | 3,70 | 1,74 | 2,87 | 85,94 | 2,68 | 1,37 | — | — |
| | — | 41,63 | 2,50 | 10,30 | 81,44 | 0,80 | 1,03 | — | — |
| | — | 40,25 | 3,99 | 3,40 | 87,10 | 0,71 | 1,79 | — | — |
| | — | 4,18 | 6,15 | 8,88 | 77,47 | 0,61 | — | — | — |
| Depuneri în rezervoarele de depozitare a apelor reziduale | 0,59 | 11,48 | 65,50 | 9,64 | 8,85 | 2,81 | 1,88 | — | — |
| | 44,00 | 2,16 | 3,25 | 87,40 | 0,81 | 1,84 | — | — | — |
| | 2,12 | 3,62 | 0,61 | 13,65 | 65,60 | 1,06 | — | — | — |

*Scăderea presiunii*

Apele din zăcămintele petrolifere pot fi considerate ca soluţii ale unor săruri solide anorganice, stabile din punct de vedere chimic pentru condiţiile (de temperatură, presiune etc.) din zăcămîntul respectiv. O dată cu deschiderea şi respectiv, punerea în producţie a sondelor, fluidelor încep să curgă din zăcămînt spre gaura de sondă. Datorită scăderii brusce a presiunii, ce are loc în această zonă, o parte din gazele dizolvate în fluidele produse se degajă şi echilibrul chimic iniţial se deplasează. Pentru restabilirea lui în condiţiile nou create o parte corespunzătoare de săruri, precipită principiul lui Le Chatelier).

Aceasta este cauza formării, în general, a crustelor de carbonaţi,

Apele de zăcămînt conţin ionii de Ca, Mg, Fe sub formă de bicarbonaţi solubili, atîta timp cît în apă se găseşte suficient $CO_2$ pentru menţinerea echilibrului bicarbonaţi-carbonaţi.

$$Me(HCO_3)_2 \rightleftarrows CO_2 + H_2O + MeCO_3$$

Dacă dintr-o cauză oarecare o parte din $CO_2$ aferent reacţiei de echilibru se pierde, o cantitate corespunzătoare de carbonat (Ca, Mg, Fe) se va depune. Fiecărui mol de $CO_2$ eliberat din apă, ca urmare a reducerii presiunii parţiale a $CO_2$ din gaze, îi corespunde un mol de carbonat precipitat.

*Variaţiile de temperatură*

O altă cauză a formării crustelor o constituie variaţia solubilităţii sărurilor conţinute în apele de zăcămînt, cu temperatura. În zona din imediata apropiere a găurii de sondă are loc o scădere a temperaturii determinată de doi factori: pierderea unei cantităţi de căldură pentru eliberarea gazelor ($CH_4$, $CO_2$ etc.) din fluidele produse şi expandării în condiţiile găurii de sondă şi a celei necesare pentru vaporizarea apei antrenate de gaze.

Din cercetările efectuate în acest domeniu se ştie că scăderea temperaturii măreşte solubilitatea carbonaţilor de calciu şi magneziu şi scade solubilitatea sulfaţilor de calciu şi bariu. De aici rezultă că apele cu conţinut de $CaSO_4$ sau $BaSO_4$, stabile pentru condiţiile de temperatură din zăcămîntul respectiv, pot să depună la pătrunderea în gaura de sondă, o cantitate din aceste săruri pînă ce se ajunge la concentraţia corespunzătoare valorii produselor de solubilitate, pentru noua temperatură.

Apele care conţin $BaSO_4$ în soluţie în condiţiile de (temperatură, presiune etc.) suprafaţă pot fi folosite fără rezerve în injecţie în zăcămîntul din care provin, deoarece creşterea temperaturii are un efect pozitiv asupra solubilităţii $BaSO_4$.

*Schimbarea compoziţiei mineralogice*

Compoziţia chimică a unei ape de zăcămînt se poate schimba nu numai datorită ieşirii sărurilor din soluţie, ci şi intrării lor. Sărurile intrate pot fi de aceeaşi natură cu cele existente în apa respectivă sau diferite de acestea. Ele pot proveni din reacţiile ce au loc între anumiţi componenţi ai apelor cu rocile cu care vin în contact.

Precipitarea lor din soluție poate să survină și în primul caz și în al doilea, de îndată ce vor fi depășite concentrațiile de echilibru ale fiecărei sări formate pentru condițiile respective de temperatură, presiune, concentrație în săruri cu ioni comuni.

Cei mai activi agenți de dizolvare sînt : $CO_2$ și NaCl. O apă încărcată cu acești componenți va acționa asupra unei roci calcaroase cu formare de cantități suplimentare de bicarbonat de calciu. Sarea formată va rămîne în soluție atîta timp cît concentrația rezultată nu va depăși valoarea produsului de solubilitate [Ca] [$HCO_3$) = K. pentru condițiile de formare.

Clorura de sodiu în concentrație ridicată mărește solubilitatea carbonaților și a sulfaților de Ca, Ba, Mg în soluție.

Astfel, solubilitatea $CaCO_3$, care în apă distilată este de 0,053 g/l (la 25°C și $3{,}2 \cdot 10^{-1}$ at presiune parțială $CO_2$) crește pînă la 0,212 g/l în soluție de NaCl de 120 g/l. De la această concentrație de NaCl în sus, solubilitatea $CaCO_3$ începe din nou să scadă.

Solubilitatea $CaSO_4$ în apă distilată cu temperatura de 25°C este de 2,08 g/l și crește în apă sărată (10%) pînă la 6 g/l. Variațiile de temperatură în domeniul 30—70°C nu afectează apreciabil solubilitatea $CaSO_4$ în soluții de NaCl. De la 82°C însă solubilitatea $CaSO_4$ scade rapid.

Și solubilitatea sulfatului de bariu, cea mai scăzută în apă distilată de 0,0023 g/l, crește cu temperatura și concentrația în NaCl, ajungînd la 0,089 g/l într-o soluție de NaCl 4,5 notată cu temperatura de 95°C.

De aici rezultă că o apă de zăcămînt, în echilibru cu sărurile de mai sus, dacă va suferi la un moment dat un proces de diluție (infiltrație din pînze superficiale, cimentare) va depune din aceste săruri pînă la restabilirea concentrațiilor corespunzătoare produselor de solubilitate pentru noile condiții.

*Amestecuri de apă cu caracteristici diferite*

Punerea în contact a două ape cu caracteristici diferite poate, de asemenea, constitui o sursă de depuneri minerale. Situații de acest fel se pot ivi atît la punerea în producție a sondelor, cînd apele proprii zăcămîntului întîlnesc în porii rocii din jurul găurii de sondă filtrate din fluidele folosite în operațiile anterioare, cît și în procesele de injecție, în care apele utilizate sînt incompatibile cu apele din strat. Astfel, dacă o apă de zăcămînt de tip clorură de calciu se va întîlni cu o apă de suprafață de tip bicarbonat de sodiu, va reacționa cu acesta și va forma carbonat de calciu :

$$2\ NaHCO_3 + CaCl_2 = CaCO_3 + 2NaCl + + CO_3 + H_2O$$

Dacă concentrația rezultantă a acestuia în apă va depăși valoarea produsului de solubilitate pentru condițiile respective de temperatură, concentrație în $CO_2$, NaCl etc., atunci cantitatea de $CaCO_3$ în exces, va depune.

Fenomene similare se petrec și atunci cînd vin în contact ape bogate în ioni $SO_4^{-2}$ cu ape încărcate cu cloruri de calciu, de bariu, de stronțiu.

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightleftarrows BaSO_4\downarrow + 2NaCl$$

$$Na_2SO_4 + CaCl_2 \rightleftarrows CaSO_4\downarrow + NaCl$$

$$MgSO_4 + SrCl_2 = SrSO_4\downarrow + MgCl_2$$

Și în acest caz sulfații de bariu, calciu, stronțiu rezultați din reacție vor precipita de îndată ce cantitatea formată va depăși concentrația de echilibru.

Situații de acest fel pot apărea în procesele de injecții, cînd în tratamentele de condiționare a apei se folosesc sulfați de aluminiu sau de fier și nu se respectă dozele și *p*H-ul prescris. În acest caz ionii $SO_4^{-2}$ în exces pot reacționa cu ionii de $Ca^{2-}$, $Ba^{2+}$, $Sr^{2+}$ din apele de zăcămînt și dau naștere la sulfați insolubili, în însești porii formațiunii colectoare.

*Agresivitatea mediului asupra utilajelor*

O altă sursă de depuneri minerale o constituie produșii de coroziune. Aceștia pot să apară fie datorită acțiunii agresive a fluidelor produse asupra materialelor poroase din care sînt confecționate utilajele, a gazelor dizolvate în apă, $CO_2$, oxigen, și $H_2S$, a soluțiilor acide utilizate în operațiile de acidizare, precum și a unor bacterii prezente în formațiunile petrolifere : *gallionella ferugineea* și de *sulfo vibriodzsulfuricans*.

Produșii de coroziune se prezintă sub formă de hidroxizi de fier Fe $(OH)_2$, $Fe(OH)_3$ și sulfură de fier FeS.

### 3. Posibilități de prevenire a formării crustelor

După cum s-a arătat, compoziția crustelor formate pe echipamentul de fund și de suprafață a sondelor în producție variază de la formațiune la formațiune. Cele mai frecvent întîlnite sînt crustele în care ponderea o au carbonații de calciu. Preponderența unuia sau a altuia dintre acești componenți face ca și soluțiile pentru prevenire sau îndepărtare să varieze de la caz la caz.

Cele mai uzuale procedee de prevenire a formării crustelor sînt :

— modificarea valorii *p*H prin tratarea apei cu $CO_2$ sau acid clorhidric inhibitat împotriva coroziunii ;

— tratarea cu agenți de chelație, complexare ;

— utilizarea de inhibitori.

Prima metodă este cunoscută sub numele de recarbonatarea apei. Ea se bazează pe mărirea conținutului de $CO_2$ liber și a presiunii parțiale a $CO_2$ prin introducerea în apă de $CO_2$ gazos sau acid clorhidric. Acesta din urmă are rolul de a pune în libertate $CO_2$ din însăși bicarbonații conținuți în apa respectivă.

$$Me(HCO_3)_2 + HCl \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O + MeCl$$

$$MeHCO_3 + HCl \rightarrow CO_2 + H_2O + MeCl$$

Procedeul poate fi folosit atît pentru tratarea sondelor de producție sau injecție, pentru refacerea receptivității zonei din jurul găurii de sondă, dizolvarea crustelor deja formate, precum și la condiționarea apelor de injecție ce manifestă tendință de depunere de $CaCO_3$. Dezavantajul acestui procedeu constă în posibilitatea măririi vitezei de coroziune într-un dozaj necorespunzător.

A doua metodă se bazează pe proprietatea unor substanțe de a lega ionii de Ca, Ba, Mg și Fe sub forma unor complecși solubili în prezența anionilor cu care, în mod normal, ar precipita. Cei mai utilizați agenți complexanți sînt sărurile di-tetrasodice ale acidului etilendiaminotetraacetic, acid citric, gluconat de sodiu, lignină polifosfați condensați, polielectroliți etc. Acești produși fiind însă scumpi, aplicarea lor devine posibilă din punct de vedere economic, numai în cazul volumelor mici de apă și cu concentrații reduse de ioni de Ca și Fe.

Cea mai răspîndită metodă de prevenire a depunerilor de cruste constă în administrarea de inhibitori. Acțiunea acestora se bazează pe proprietatea de a se adsorbi pe suprafața nucleelor sărurilor incrustante, împiedicînd astfel depozitarea prin aglomerare.

Substanțele recunoscute pe piața mondială ca avînd acțiune inhibitoare asupra depunerii carbonatului de calciu sînt fosfații și polifosfații alcalini (fosfatul diamoniu, pirofosfatul de amoniu $P_2O_7(NH_4)_4$, pirofosfat tetrasodic ($P_2O_7Na_4$) și tetrapotasic ($P_2O_7K_4$) ca atare sau în sinergism cu acidul aminofosforic și polifosfați condensați: tripolifosfatul de sodiu și hexametafosfatul de Na. Aceștia se administrează continuu în soluții apoase, proaspăt preparate.

Pentru inhibitarea depunerii de $CaCO_3$ la sondele în producție, cantitatea necesară tratamentului pentru ziua respectivă se dizolvă în apă (dulce sau sărată) și se introduce în spațiul inelar cu ajutorul lubricatoarelor sau pompelor dozatoare. Utilizarea fosfaților anorganici este însă limitată de temperatura formațiunilor în care se injectează, deoarece la temperaturi mai mari de 80°C se descompun. Locul acestora a fost luat în ultima vreme de fosfați și fosfonați organici.

Greutatea administrării continue a inhibitorilor a fost soluționată prin utilizarea polifosfaților bimetalici ($Na_2O.CaO.P_2O_5$; $Na_2O.MgO \cdot P_2O_5$ și $Na_2OZnOP_2O_5$), caracterizați printr-o solubilitate lentă, cunoscută (în raport cu temperatura, *p*H, concentrația în NaCl a apei cu care vine în contact), fapt care permite calcularea cantității necesare menținerii concentrației dorite, un anumit interval de timp (3—6 luni).

Polifosfații bimetalici se livrează sub formă de cuburi cu latura de 25,4 mm sau granule cu Ø de 12,7—6,35 mm. Aceștia pot fi administrați în două moduri; introduși în formațiune prin fisurare, folosind ca agent de fisurare nisip cuarțos și ca mediu de transport, țițeiul sau prin plasare în dreptul perforaturilor și în sacul sondei.

Tot prin injecție în formațiune se administrează și fosfații organici. Adsorbția și desorbția acestora pe și de pe rocă se urmărește pe probe recoltate din fluidele produse.

Pe piața mondială există produse cu eficacitate strictă (pentru prevenirea depunerilor de $CaCO_3$, $CaSO_4$) sau generală (pentru depuneri de orice fel). În ultima vreme au apărut aditivi chiar și pentru prevenirea formării crustelor de $BaSO_4$.

Pe piața internă se dispune, în prezent, doar de fosfați și polifosfați anorganici (tripolifosfat de sodiu și hexametafosfat de sodiu) unii pentru tratarea apelor de cazane, iar alții pentru îmbunătățirea calității detergenților, în industria alimentară etc. Produse pentru prevenirea depunerilor de cruste din apele (de zăcămînt) cu durități temporare de la 20—120°d și rezistenți la temperaturi de la 20—150°C nu se fabrică nicăieri în țară.

# *Cu privire la utilizarea unor agenţi activi de suprafaţă la dezemulsionarea ţiţeiului*

**F. Popescu. T. Basarabescu şi M. Oprescu**

La exploatarea zăcămintelor petroliere apar probleme din ce în ce mai dificile privind separarea ţiţeiului de impurităţi, care ajung uneori la mai mult de 90%.

Prelucrarea de către rafinării a ţiţeiului cu conţinut mare de impurităţi este imposibilă, datorită deficienţelor mari create proceselor tehnologice din diversele instalaţii de prelucrare, precum şi înrăutăţirii calităţii produselor obţinute.

Problema curăţirii ţiţeiurilor (dezemulsionare şi desalinare) înainte de a fi prelucrate este o necesitate şi constituie primul stadiu al acestui proces.

În şantiere curăţirea ţiţeiului se realizează prin diverse metode de dezemulsionare, şi anume :

— fizice (centrifugare, filtrare, încălzire etc.);

— electrice (acţiunea curentului electric asupra emulsiei de ţiţei);

— chimice (adăugarea unui agent activ de suprafaţă);

— combinate (termo-chimice; electrochimice; termoelectrochimice). În mod frecvent se utilizează metodele termochimice, în care efectul combinat al temperaturii şi al agentului activ de suprafaţă anihilează efectul stabilizant al emulgatorului, permiţînd picăturilor de apă să se contopească şi să se separe din ţiţei (coalescenţă). Agenţii activi de suprafaţă utilizaţi curent la dezemulsionarea ţiţeiului sînt de tip ionic sau neionic.

Compoziţia chimică diferită a emulgatorilor naturali din ţiţei determină utilizarea selectivă a diferitelor tipuri de agenţi activi de suprafaţă.

În ţara noastră, în ultima perioadă, dezemulsionanţii utilizaţi în mod curent în şantiere urmează să fie înlocuiţi cu agenţi activi de suprafaţă tip bloccopolimer, sintetizaţi şi fabricaţi la I.C.P.T.G. Cîmpina. Aceşti agenţi activi de suprafaţă au eficacitate mult superioară celor existenţi în ţară şi sînt competitivi cu produşii similari existenţi pe piaţa mondială.

În lucrare se expun principalele rezultate ale cercetărilor de laborator şi ale aplicaţiilor din şantier privind capacitatea de dezemulsionare a produşilor neionici de tip bloccopolimer.

## 1. Generalităţi asupra procesului de dezemulsionare

Pentru a explica fenomenul de dezemulsionare se vor face cîteva referiri la procesul emulsionării ţiţeiurilor. Emulsia de ţiţei se formează cînd în sistem se află în acelaşi timp : apă, ţiţei, emulgator şi agitare. Stabilitatea emulsiei astfel formate depinde de o serie de factori, dintre care cei mai importanţi sînt :

— mărimea picăturilor de apă (care este funcţie de tipul şi modul de agitare);

— viscozitatea ţiţeiului;

— tipul emulgatorilor.

*Tipul şi modul de agitare* determină mărimea picăturilor de apă — măsură a stabilităţii emulsiei (cu cît picăturile de apă sînt mai mici, cu atît emulsia este mai stabilă).

*Viscozitatea ţiţeiului* are un dublu rol în stabilitatea emulsiei; ţiţeiurile cu viscozitate mare menţin în suspensie picături mai mari de apă şi întîrzie adsorbţia particulelor de emulgator la interfaţă, fapt ce conduce la emulsii mai puţin stabile. Pe de altă parte, viscozitatea mare a ţiţeiului nu permite asocierea şi decantarea cu uşurinţă a picăturilor de apă, ceea ce conduce la stabilitatea emulsiei. În funcţie de interacţiunea factorilor menţionaţi, emulsia va fi mai mult sau mai puţin stabilă.

*Tipul emulgatorilor* determină în cea mai mare măsură stabilitatea emulsiei; cu cît gradul de adsorbţie al acestuia la interfaţa apă-ţiţei este mai mare, cu atît mai repede se formează un film gros şi durabil în jurul picăturilor de apă, rezultînd o emulsie mai greu de spart.

Dezemulsionarea constă în spargerea emulsiei şi separarea fazelor, utilizîndu-se în mod obişnuit ca dezemulsionanţi agenţii activi de suprafaţă. Un bun dezemulsionant trebuie să aibă capacitatea de a migra rapid prin faza de ulei şi să concureze cu emulgatorii existenţi în ţiţei pentru locul de la interfaţă, unde, o dată ajuns, să exercite o atracţie puternică şi pentru alte picături de apă. În urma atracţiei exercitate, picăturile de apă se unesc sub formă de ciorchini, care, în timp ce se măresc, se aglomerează, fără să aibă însă loc distrugerea peliculelor care le înconjoară. În continuare, ciorchinii se unesc între ei prin distrugerea filmelor care îi înconjoară, formînd prin coalescenţă picături mai mari de apă. Viteza de aglomerare este direct proporţională cu viteza de difuzie a dezemulsionantului în apă. Coeficientul de difuzie scade pe măsura creşterii concentraţiei de dezemulsionant şi a viscozităţii ţiţeiului şi creşte cu temperatura sistemului.

Un bun dezemulsionant trebuie să acţioneze ca umectant asupra părţilor solide din ţiţeiurile brute, cum ar fi : mîl, argile provenite de la foraj, sulfură de fier etc., care ajută la sta-

bilizarea emulsiei. Cele mai multe dintre caracteristicile menţionate, necesare unui bun dezemulsionant, sînt înglobate de agenţi activi de suprafaţă neionici de tip bloccopolimer, produşi cu mare activitate de suprafaţă.

## 2. Experienţe de laborator

Cercetările efectuate la I.C.P.T.G. Cîmpina între anii 1969—1970 au dus la sintetizarea agenţilor activi de suprafaţă de tip bloccopolimer (polimeri ale căror macromolecule sînt formate din blocuri alternante de polimeri de structură diferită — hidrofilă şi hidrofobă) [1].

În funcţie de lungimea lanţului hidrofil sau hidrofob s-au obţinut diverşi produşi; aceştia au fost încercaţi în vederea utilizării lor ca dezemulsionanţi pe emulsia unui ţiţei asfaltos, stabilă, care produce mari dificultăţi în şantier.

Metoda de lucru utilizată în laborator a fost Bottle — Test [2], iar selecţionarea produşilor s-a făcut ţinînd seama de o serie de factori, cum ar fi: consumul specific, timpul de decantare, procentul de apă separată etc. Analiza acestor factori a arătat că produsul tip bloccopolimer $E_{96}$ întruneşte cele mai multe calităţi. Eficienţa la dezemulsionare a produsului $E_{96}$ a fost studiată în comparaţie cu produsul neionic indigen $STN_3(RAG_{27})$ utilizat curent în şantier şi cu un produs similar din import, la diferite temperaturi, urmărindu-se procentul de apă separată şi timpul de decantare.

În tabela 1 se prezintă procentul de apă separată din ţiţei în funcţie de timpul de decantare şi de temperatură, utilizînd produşii: $E_{96}$, $STN_3$ şi un produs din import.

Se observă din tabela 1 că produsul $E_{96}$ separă apa din ţiţei cu viteză mai mare decît produsul din import sau cel indigen ($STN_3$) la toate temperaturile studiate, deci are eficacitate considerabilă ca dezemulsionant pe emulsia cercetată, în comparaţie cu produşii menţionaţi. S-au efectuat, de asemenea, încercări privind influenţa temperaturii şi a concentraţiei de dezemulsionant asupra eficacităţii tratării. În acest sens s-a urmărit procentul de apă separată din ţiţei în funcţie de temperatură şi de concentraţia produsului, utilizîndu-se $E_{96}$, $STN_3$ şi un produs din import.

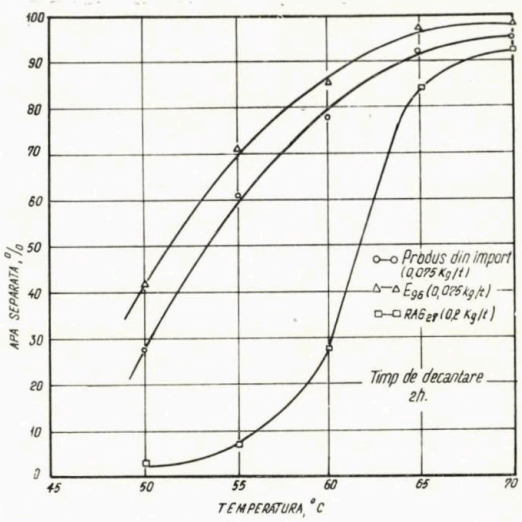



Fig. 1

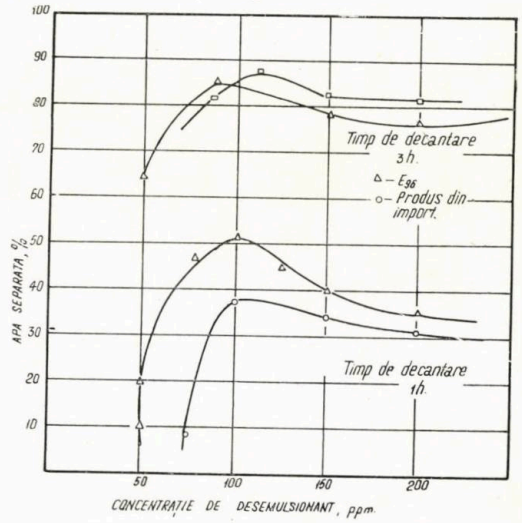



Fig. 2

Rezultatele cercetărilor sînt prezentate în diagramele din figurile 1 şi 2.

TABELA 1

**Procentul de apă separată în funcţie de timp şi temperatură**

| Produs | Cantitatea de apă separată, % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Temperatura, °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 | | | | | 55 | | | | | 60 | | | | | 65 | | | | | 70 | | | | |
| | Timp de decantare, h | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $E_{96}$ | 0 | 32,5 | 76 | 86 | 88 | 22,5 | 72 | 85 | 87 | 93 | 58 | 81 | 86 | 88 | 95 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| $STN_3$ | 0 | 0 | 12 | 37 | 60 | 0 | 74 | 7,5 | 60 | 64 | 17 | 37,5 | 57 | 67 | 69 | 79 | 86 | 89 | 90 | 90 | 69 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| Produs din import | 2 | 24 | 58 | 77 | 84 | 17,5 | 62 | 76 | 81 | 91 | 58 | 78 | 81,5 | 84 | 90 | 96 | 97 | 97 | 97 | 97 | 90 | 92 | 94 | 94 | 94 |

În diagrama din figura 1 se observă că pentru aceeași temperatură produsul tip bloccopolimer $E_{96}$ separă un procent mai mare de apă decît produsul din import sau cel indigen ($STN_3$) avînd astfel eficacitatea bună la dezemulsionare.

Se observă, de asemenea, că o scădere a temperaturii de cîteva grade duce la scăderea substanțială a eficacității tratării (dezemulsionării), indiferent de produsul utilizat, fapt care relevă importanța respectării stricte a condițiilor de lucru.

În diagrama din figura 2 se arată că la aceeași concentrație de produs procentul de apă separată este mai mare dacă emulsia de țiței asfaltos se tratează cu produsul tip bloccopolimer $E_{96}$, comparativ cu produsul din import sau cel indigen. Se poate observa că pentru fiecare produs există o concentrație optimă de produs la care eficiența prezintă un maxim. Depășirea concentrației optime duce la înrăutățirea procesului de dezemulsionare și la consumuri de produs nejustificate.

### 3. Experimente în șantier

Emulsia pe care s-au efectuat încercările de laborator, provenită dintr-un țiței asfaltos greu, foarte stabilă, nu putea fi spartă de nici unul dintre dezmulsionanții indigeni. De exemplu, produsul $STN_3$ — unul dintre cei mai eficienți dezemulsionanți indigeni — n-a dat rezultate satisfăcătoare, caracterizîndu-se prin consumuri specifice mari (0,2—0,3 kg/t) și impurități remarcate neacceptate de rafinării (>3—4%).

În perioada în care au început experimentele de șantier cu produsul tip bloccopolimer $E_{96}$, această emulsie se trata cu un dezemulsionant din import, al cărui consum specific era de 0,12 kg/t.

Avînd în vedere rezultatele cercetărilor de laborator privind eficiența la tratarea țițeiului a produsului tip bloccopolimer $E_{93}$ în comparație cu produsul din import și cel indigen $STN_3$ în anul 1970 s-au efectuat încercări experimentale în șantier pe emulsia menționată.

Consumul inițial de produs tip bloccopolimer $E_{96}$ a fost de 0,13 kg/t, reducîndu-se treptat la 0,09 kg/t. Rezultatele experimentării în șantier a produsului tip bloccopolimer $E_{96}$ sînt prezentate în tabela 2.

TABELA 2

**Rezultatele experimentării în șantier a produsului tip bloccopolimer $E_{96}$ pe o emulsie asfaltoasă [1]**

| | Țiței tratat. vag | Consum specific $E_{96}$, kg/vag | Impurități reziduale, % |
|---|---|---|---|
| Experiment I | 524,9 | 1,32 | 0,8—1,0 |
| | 501,1 | 1,35 | 0,9—1,0 |
| Experiment II | 501,1 | 1,02 | 0,9—0,95 |
| | 248,1 | 0,96 | 0,9—1,0 |

Cercetările de laborator și aplicarea industrială efectuată în șantier în anul 1970 au arătat că produsul tip bloccopolimer $E_{96}$ are eficacitate bună pe emulsia respectivă.

### Concluzii

— La tratarea țițeiului asfaltos, produsul tip bloccopolimer $E_{96}$ are eficacitatea superioară produsului indigen $STN_3$ și similară cu a unui produs din import.

— Temperatura la care se efectuează tratarea țițeiurilor emulsionate are mare importanță; cu cît aceasta este mai ridicată cu atît consumul specific de produs este mai mic și cu atît mai mari sînt viteza de decantare și procentul de apă separată. Temperatura optimă de tratare este de circa 65°—70°C.

— Pentru fiecare produs există o concentrație optimă de dezemulsionare (pentru o temperatură dată); depășirea sau neatingerea acestei concentrații optime duce la înrăutățirea procesului de tratare.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Popescu, F. și Basarabescu, Ț. Agenții activi de suprafață din clasa bloccopolimerilor cu aplicații în industria de petrol. Raport intern 3 N/1969—1970, I.C.P.-T.G. Cîmpina.
2. Bansbach, P. L. How and why of emulsions, Oil Gas J. **63** nr. 36, 7 sept. 1970, p. 87—93.

# Cu privire la exploatarea zăcămintelor de gaze în regim de împingere naturală a apei

V. Giuclea, E. Bîrsan și Șt. T. Mocuța

Obiectul lucrării îl constituie zăcămîntul de gaze din Meoțianul de pe Structura A. Se analizează influența avansării apelor de sinclinal asupra recuperării finale a gazelor, respectiv asupra variației în decursul exploatării a saturației remanente în gaze în zona spălată.

## Considerații geologice

### *Date generale*

Structura A aparține părții interne a avanfosei carpatice și se încadrează în grupa celor mai sudice structuri ale acesteia.

Spre sud se observă o ușoară, dar continuă ridicare a formațiunilor pliocene pe platforma moesică. Regional, stratele psamitice din baza Meoțianului se efilează spre sud — pe o linie care corespunde aproximativ cu direcția foliei pericarpatice, trecînd lateral în pelite. Sinclinalele din zonă au dimensiuni mici, formînd în ansamblu un acvifer relativ redus.

### *Stratigrafia*

Intervalul stratigrafic investigat aparține miopliocenului (de la Helvețian la Levantin) și Cuaternarului.

Zăcămîntul este acumulat în partea inferioară a Meoțianului, la contactul dintre Meoțian și Sarmațian. Între aceste două formațiuni a fost semnalată o discordanță a cărei poziție nu a putut fi stabilită nicăieri în zonă pe criterii microfaunistice, ci numai pe baza distribuției inițiale a fluidelor și pe considerente litologice. Se relevă, prin urmare, contribuția datelor de zăcămînt adusă la clarificarea relației stratigrafice dintre Meoțian și Sarmațian pe scară regională.

Roca-magazin este constituită din nisipuri și gresii cu un conținut relativ ridicat în carbonat de calciu.

### *Tectonica și distribuția fluidelor*

Structura A reprezintă un brachianticlinal cu o ușoară coborîre axială în zona centrală (fig. 1, 4), afectat de două falii transversale.

Contactul inițial apă-gaze a fost stabilit la 1605 m.s.n.m,. apa de sinclinal fiind marginală. În figura 1 este reprezentată schema zăcămîntului.

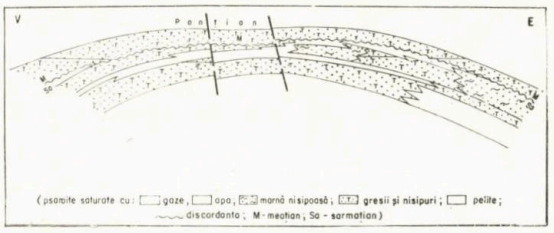



Fig. 1. Reprezentarea schematică a zăcămintelor de gaze de pe structura A.

## Date fizice

### *Presiunea și temperatura*

Zăcămîntul situat la o adîncime de circa 1 770 m, a avut o presiune inițială de 177kgf/cm².

Temperatura de zăcămînt corespunde, aproximativ, treptei geotermice generale, fiind de 66°C la aceeași adîncime.

### *Roca rezervor și fluidele conținute*

Roca-magazin și gazele conținute au următoarele caracteristici mai importante [7]:

- porozitatea efectivă 25%
- saturația inițială în gaze 78%
- permeabilitatea absolută 650 mD
- permeabilitatea efectivă pentru gaze 225 mD
- factorul de volum al gazelor 0,0058

Gazele conținute sînt constituite, în principal, din metan (96—99%).

## Evoluția exploatării

### *Date generale*

Zăcămîntul de gaze de pe Structura A a intrat în exploatare în luna octombrie 1957.

Ritmul de extracție a fost mai mare în timp de iarnă, pentru a acoperi vîrfurile de consum.

Variația în timp a debitului de gaze este redată în figura 2, constatîndu-se următoarele:

— în perioada de iarnă debitul pe zăcământ a variat între 1 450 $\times 10^3$ și 1 850 $\times 10^3$ Nm³/zi (anii 1958—1962), respectiv, între 950 $\times 10^3$ și 1 520 $\times 10^3$ Nm³/zi (anii 1963 1971);

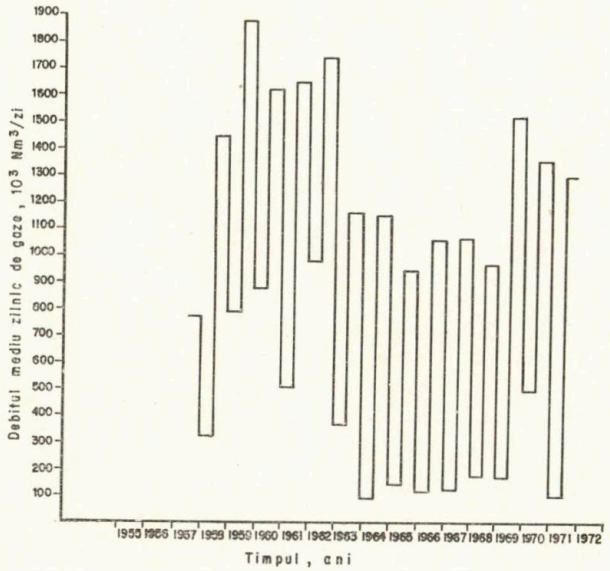



Fig. 2. Variația în timp a debitului de gaze.

— în timpul verii debitul a fost cuprins între 320 $\times 10^3$ și 970 $\times 10^3$ Nm³/zi (anii 1958—1962), și, în general, între 90 $\times 10^3$ și 170 $\times 10^3$ Nm³/zi (anii 1963—1971).

Ritmul de extracție a marcat o reducere după anul 1963.

*Evoluția presiunii de zăcământ*

Analiza variației în timp a presiunii medii de zăcământ (fig. 3) arată, practic, o suprapunere a valorilor pentru blocurile I + II și, respectiv, III.

Corelînd datele din figura 3 cu ritmul de extracție realizat în cele două zone (78,6% din cumulativul total extras și 53,8% din rezerva inițială a structurii, pentru zona vestică respectiv, 21,4% și 26,2% pentru zona estică), rezultă că Meoțianul de la Gura Șuții formează un tot hidrodinamic.

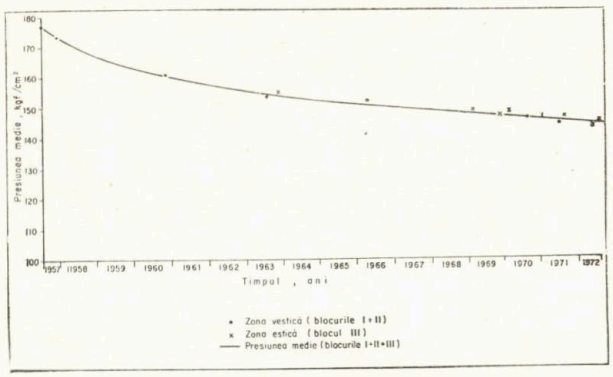



Fig. 3. Variația în timp a presiunii medii de zăcământ.

Presiunea actuală de zăcământ este cu 34 kgf/cm² mai mică decît cea inițială, scădere care corespunde realizării unui factor de recuperare de 44%.

**Precizarea regimului de zăcământ**

*Aprecieri calitative*

Stabilirea regimului de zăcământ s-a făcut analizînd comportarea în exploatare a sondelor și forma curbei de variație a raportului P/Z în funcție de cumulativul extras.

*Comportarea sondelor* a dus la următoarele constatări:

Inițial, s-au produs gaze curate (circa 6 ani), după care s-a înregistrat apariția apei în sondele marginale. Ulterior a apărut apa și la alte sonde, inundarea avînd loc succesiv de jos în susul structurii. Această comportare a sondelor sugerează avansarea apelor marginale.

Înaintarea apei s-a dovedit a fi neuniformă, în sensul că în zona sud-estică a blocului III aceasta a fost semnalată la nivelul izobatei de 1 576—1 580 m. s. n. m., în timp ce în restul zăcămîntului nu s-a depășit izobata de 1590 m.s.n.m. (fig. 4).

*Reprezentarea grafică a evoluției raportului P/Z în funcție de cumulativul de gaze extras* (fig. 5) marchează în perioada inițială a exploa-

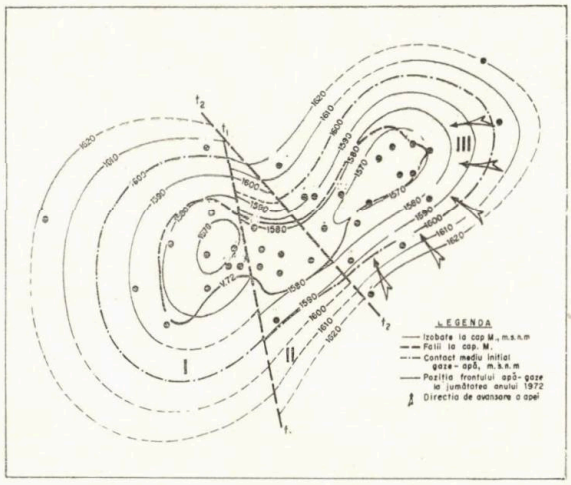



Fig. 4. Hartă structurală A Meoțian.

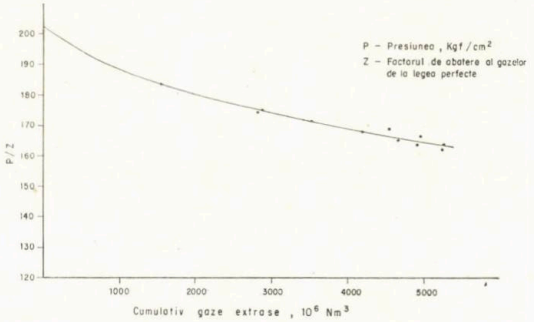



Fig. 5. Variația raportului P/Z în funcție de cumulativul de gaze extrase.

tării — o variație corespunzătoare, practic, unui regim elastic, care a confirmat rezervele inițiale de gaze calculate volumetric. Ulterior însă se observă o schimbare accentuată a pantei, în sensul unei curburi cu concavitatea în sus, variație specifică zăcămintelor cu avansare de apă.

## Evaluări cantitative

Pentru precizarea regimului de zăcămînt s-au executat și o serie de evaluări cantitative, care se referă la:

— determinarea rezervei geologice inițiale prin bilanț material, utilizînd relația pentru regimul elastic;

— variația volumului de pori saturat cu gaze;

— cantitatea de apă extrasă pe atmosferă cădere de presiune.

Calculele au arătat că apa începe, practic, să pătrundă în zăcămînt către sfîrșitul anului 1959, la un cumulativ de gaze extras de circa 1 miliard $Nm^3$ și, respectiv, o presiune de 164 $kgf/cm^2$.

În concluzie, se poate aprecia că, după o perioadă inițială de producere a zăcămîntului practic, în regim elastic, s-a dezvoltat un mecansim de dislocuire dat de avansarea apei de sinclinal, care — în mai mică măsură — a fost combinat cu expansiunea gazelor.

## Rezultatele spălării cu apă a zăcămîntului

### *Date rezultate din comportarea zăcămîntului*

Datele cu privire la inundarea sondelor au permis aprecierea că circa 2/3 din volumul poros al zăcămîntului a fost spălat de către apă pînă la jumătatea anului 1972. Aceleași rezultate au fost obținute și prin calcule. Rezultatele evaluării cantitative efectuate în vederea determinării parametrilor care caracterizează spălarea cu apă au fost prezentate în tabela 1.

Analizarea rezultatelor obținute duce la următoarele concluzii:

— saturația remanentă în gaze, în zona inundată, rămîne constantă în timp;

— valoarea saturației remanente în gaze se încadrează, ca ordin de mărime, între cele obținute prin dislocuire, în laborator, pe carote [2];

— factorul de recuperare obținut prin spălare cu apă (circa 50%) confirmă aprecierea din literatura de specialitate, că dislocuirea cu apă duce la o recuperare finală redusă a gazelor.

TABELA 1

**Determinarea saturației în gaze și a volumului de rocă inundat**

Date generale
- Saturația inițială în gaze, $S_{gi} = 0.78$
- Factorul de volum al gazelor la presiunea inițială $b_{gi} = 0{,}0058$

| Date | Cumulativ gaze extras raportat la volum de pori, $\Delta GNm^3$ | Cumulativ apă pătrunsă raportat la volum de pori $W'$ $m^3$ | Factorul de volum al gazelor, $b_g$ | Saturația remanentă în gaze în zona inundată, $S_{gin}$, % | Volum poros inundat $V_{in}$, $10^6 m^3$ | Factor de recuperare rezultat prin spălare cu apă în zona invadată, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.X.1963 | 32,3 | 0,096 | o,00662 | 38,79 | 21,62 | 50,27 |
| 1.X.1965 | 37,9 | 0,123 | 0,00673 | 38,81 | 27,71 | 50,24 |
| 1.V.1966 | 40,4 | 0,134 | 0,00679 | 38,81 | 30,30 | 50,24 |
| 1.X.1967 | 43,3 | 0,147 | 0,00686 | 38,83 | 33,32 | 50,22 |
| 1.V.1969 | 48,4 | 0,174 | 0,00693 | 38,84 | 39,88 | 50,21 |
| 1.X.1970 | 53,1 | 0,204 | 0,00700 | 38,85 | 46,08 | 50,19 |
| 1.V.1972 | 59,4 | 0,237 | 0,00707 | 38,86 | 54,70 | 50,18 |

## Date obținute din prevederea comportării viitoare

### *Determinarea constantei Hurst*

În scopul stabilirii presiunii de abandonare la spălarea cu apă a zăcămîntului, pentru diverse ritmuri de extracție (variante de exploatare), s-a determinat valoarea constantei *Hurst* ($C_H$), pe baza comportării anterioare, aplicînd superpoziția debitelor.

Calculele s-au făcut la diverși timpi cumulativi de exploatare, respectiv la diverse presiuni. Rezultatele au indicat valori concludente ale constantei *Hurst* numai în cazul admiterii unui acvifer infinit sau de dimensiuni foarte mari.

Valorile obținute sînt redate în tabela 2.

TABELA 2

**Stabilirea constanei acviferului ($C_H$), în ipoteza unui acvifer infinit**

| Data | Presiunea medie de zăcămînt, $kgf/cm^2$ | Constanta acviferului, $C_H$, $\frac{kgf/cm^2 \times zi}{m^3}$ | Rezultatele calculului erorilor pentru constanta $C_H$ |
|---|---|---|---|
| 1.V.1966 | 150,3 | 0,00177 | Media aritmetică a valorilor $x = 0{,}00176$ |
| 1.X.1967 | 150,3 | 0,00205 | Eroarea medie a unei măsurători, $m = 0{,}00019$ |
| 1.V.1969 | 146,8 | 0,00177 | Eroarea medie a mediei aritmetice, $m_x = 0{,}0008$ |
| 1.X.1970 | 147,5 | 0,00155 | $x = 0{,}00176 \pm 0{,}0008$ |
| 1.V.1972 | 142,7 | 0,00166 | |

Se menționează că la determinarea presiunii medii de zăcămînt în fiecare etapă anterioară de calcul — luînd în considerare însă valoarea medie a constantei ($C_H = 0{,}00176$) — s-a obținut o eroare medie pătratică de numai $\pm 0{,}4\%$.

Se subliniază faptul că valoarea constantei acviferului ($C_H$), rezultată din datele de comportare în exploatare a zăcămîntului, concordă, ca ordin de mărime — cu valoarea acesteia, estimată din datele geologo-fizice existente.

*Rezultatele prevederii comportării viitoare a zăcămîntului*

Calculele de prevedere s-au făcut prin metoda integrală grafică, utilizînd ecuațiile de bilanț material (pentru cazul împingerii de apă) și a căderii de presiune bazată pe principiul superpoziției.

S-au luat în considerare patru variante de debit ($q$), pentru valori cuprinse între $q_1$ (actual) și 4 $q_1$.

Rezultatele calculelor de prevedere sînt prezentate în tabela 3.

TABELA 3

**Rezultatele calculelor de prevedere**

| Nr. crt. | Parametrul | Varianta | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $q_1$ | $1{,}5q_1$ | $2\ q_1$ | $4\ q_1$ |
| 1. | Presiunea de abandonare a zăcămîntului, kgf/cm² | 135,1 | 125,8 | 118,6 | 100 |
| 2. | Factorul final de recuperare, % | 62,6 | 65,4 | 67,6 | 72,7 |
| 3. | Factorul de recuperare datorat numai spălării cu apă, % | 50,10 | 50,19 | 50,23 | 50,36 |
| 4. | Saturația remanentă în gaze în zona inundată, % | 38,9 | 38,8 | 38,8 | 38,7 |

Datele indicate în tabela 4 au scos în evidență următoarele :

Factorul final de recuperare crește datorită extragerii suplimentare a unor cantități de gaze în regim elastic, pe măsură ce presiunea de abandonare este mai mică (fig. 6). Creșterea este relativ redusă, întrucît, chiar în ultima variantă, spălarea se face la presiune ridicată.

Saturația remanentă în gaze în zona inundată și factorul de recuperare datorat numai spălării cu apă se mențin, practic, constante, avînd aproximativ valorile obținute pentru perioada anterioară de exploatare.

*Aprecieri asupra provenienței spălării cu apă*

Evoluția presiunii în timp, respectiv menținerea acesteia la valori ridicate (143 kgf/cm² la jumătatea anului 1972), corelată cu o inundare a circa 2/3 din zăcămînt, denotă că acviferul adiacent ar trebui să fie infinit sau să aibă dimensiuni foarte mari. Din calcule rezultă că ar fi necesar ca acesta să fie de cel puțin 5 000 ori mai mare decît zona spălată.

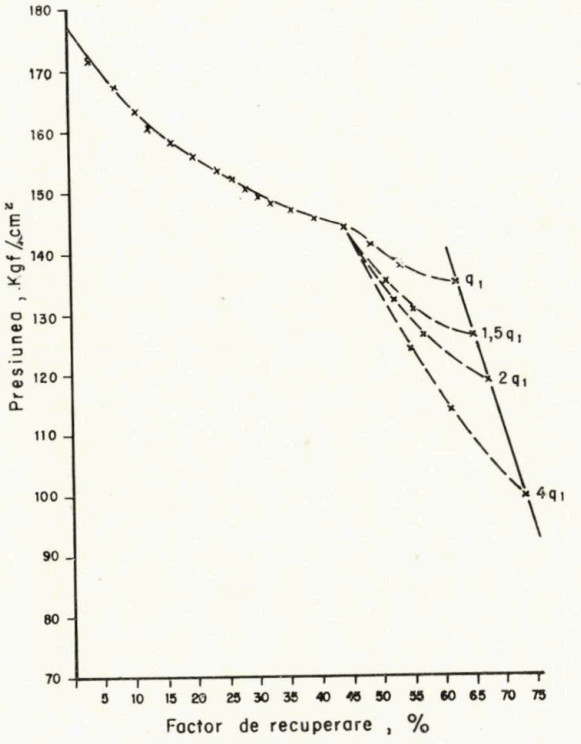



Fig. 6. Variația factorului de recuperare în funcție de presiune

Datele geologice regionale infirmă însă posibilitatea existenței unui asemenea volum de apă de sinclinal. Estimarea volumetrică a acviferului posibil duce la o valoare a raportului dintre acesta și zona inundată cuprins între 20 și 40.

Întrucît nu există o concordanță între comportarea zăcămîntului și mărimea posibilă a zonei de sinclinal, s-a emis ipoteza existenței unui mediu foarte elastic, care prin destindere a dat apei marginale un caracter activ și a dus la scăderea lentă a presiunii la zăcămîntul A

## Concluzii

Comportarea zăcămîntului de gaze din Meoțianul de pe structura A, exploatat în regim de împingere naturală a apei, a confirmat aprecierile din literatura de specialitate cu privire la obținerea unor recuperări finale reduse prin spălarea cu apă a gazelor.

Valoarea saturației remanente în gaze în zona inundată a rămas constantă în timp și se încadrează, ca ordin de mărime, între cele obținute prin dislocuire, în laborator, pe carote.

Creşterea factorului final de recuperare cu presiunea de abandonare este relativ mică, deoarece valoarea ridicată a acestuia nu permite extragerea unei cantităţi mari de gaze în regim elastic.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Cristea, N. Hidraulica subterană, I. Ed. tehnică, Bucureşti, 1956, p. 236—237.

2. Geffen, T. M., Parriah, D.R., Haynes, G.W. şi Morse, R.A. Efficiency of Gas Displacement from Porous Media by Liquid Flooding — Trans AIME, **195**, 1952.

3. Katz, L.D. ş.a. Handbook of Natural Gas Engineering. Mc Graw-Hill Company, Inc. New York-Toronto — London, 1959.

4. Landes, K.K. Petroleum Geology, second edition, New York, 1959.

5. Marcu, I. şi Bălteanu, I. Studiu geologic privind zăcămîntul de gaze meoţian de pe structura Gura Şuţii. Trustul de extracţie Tîrgovişte, 1957.

6. Mocuţa, Şt. T. Studiul condiţiilor geologice şi hidrodinamice de acumulare şi de repartiţie a hidrocarburilor fluide din Pliocenul zonei cutelor diapire din Muntenia Centrală. Teză de doctorat-Arhiva ICPTG-Cîmpina, 1969.

7. Rusu, D. ş.a. Reestimarea rezervelor de hidrocarburi şi analiza posibilităţilor de intensificare a extracţiei şi mărirea factorului final de recuperare la zăcămîntul gazeifer din Meoţianul de la Gura Şuţii. ICPTG-Cîmpina, Contract nr. 120. 1970.

8. Van Everdingen, A. F. şi Hurst, W. The Application of the Laplace Transformation to Flow-Problems in Reservoirs. Journal, dec., 1949, nr. 12, 305—323.

9. Vernescu, Al. şi Ursu. Al. Consideraţii asupra punerii în exploatare a zăcămîntului de gaze din meoţianul de la Gura Şuţii. ICFE, Cîmpina, Tema 1-a 1957.

10. Vernescu, Al. şi Ursu, Al. Consideraţii asupra exploatării zăcămîntului de gaze de la Gura Şuţii. ICFE Cîmpina, Tema 3—d 1958.

11. Vernescu, Al., Rusu, D. şi Bîrsan, E. Inmagazinarea subterană a gazelor în apropierea capitalei. ICFE, Cîmpina, colaborare la tema 3 din Planul de Stat, 1964.

12. Vernescu, Al. Mecanica zăcămintelor petrolifere. Ed. tehnică, Bucureşti, 1966.

# ANALIZA CROMATOGRAFICĂ A UNOR MONOOLEFINE CUPRINSE IN DOMENIUL $C_6$—$C_{12}$

P. Tomi, Maria Neagoe și Ecaterina Iuonaș

Analiza cromatografică a amestecurilor complexe de hidrocarburi este dificilă din cauza numărului mare de izomeri care au în moleculă peste șapte atomi de carbon, fapt ce duce la imposibilitatea separării complete a componenților individuali pe o singură coloană.

Separarea unor astfel de amestecuri poate fi realizată parțial sau cu anumite restricții în ceea ce privește domeniul de componență, prin separări în mai multe trepte de diferite faze staționare.

S a c u p r a [1] efectuează analiza gaz-cromatografică a produselor de cracare și dehidrogenare a *n*-parafinelor pe trei coloane, la diferite temperaturi, după o fracționare prealabilă a produsului brut. Astfel, au fost determinate hidrocarburi de la propan la undecenă, însă nu au apărut izoolofine cu un număr de atomi de carbon în moleculă mai mare de șase. Durata analizei este de aproximativ cinci ore.

M i l l e r [2] arată prezența dienelor $\alpha$ și $\omega$ pe cale cromatografică în olefinele obținute din cracarea parafinelor formate în reacții secundare de piroliză, a căror formare nu poate fi înlăturată nici chiar printr-un timp scurt de contact. În lucrarea citată autorul tratează numai analiza fracțiunii $C_{12}$—$C_{13}$ de olefine.

Folosind coloana de alumină modificată S c o t t [3] reușește să îndepărteze din amestec alchenele și aromatele, rămînînd numai alcanii. Tratează însă problema separării unor amestecuri de *n*-parafine $C_{10}$—$C_{14}$ și olefinele corespunzătoare.

P o e și colaboratorii [4] determină olefinele $C_8$—$C_{18}$ pe o coloană SE—30 în regim de temperatură programată, folosind un detector de ionizare cu flacără de hidrogen, obținînd procentele în greutate corespunzătoare olefinelor, cu o eroare relativă de $\pm 2\%$.

S t e r n [5] și alți autori amintesc capacitatea clorurii cuproase de a forma complecși cu olefinele, mai ales, cînd $CuCl_2$ este dispusă pe suporturi cu suprafața mare și folosesc acest mijloc pentru separarea unor olefine de alte hidrocarburi cu caracter saturat.

În scopuri preparative S p e n c e [6] reușește să separe olefinele dintr-un amestec de parafine-olefine, prin aduct cu monoclorură de iod, urmată de separarea aductului pe o coloană cu silicagel.

Metoda descrisă este destul de laborioasă.

O caracterizare mai completă a 1-olefinelor se pare că o fac H a c h e n b e r g și G u t b e r l e t [7], care utilizează în acest scop gaz-cromatografia pe coloane capilare, spectroscopia în IR, indicele de brom și metoda cu indicator fluorescent-FIA, după cum rezultă din sumarul consultat.

G r e e n și alții [8] indică o metodă cromatografică mai completă pentru determinarea aromatelor, saturatelor și olefinelor în domeniul $C_5$—$C_{11}$. Folosește un cromatograf semi-automat, special construit cu mai multe coloane:

— cu N.N.-bis 2-cianoetil-formamida (CEF) ca fază staționară pentru separarea aromatelor de parafine și olefine;

— cu perclorat mercuric pentru separarea olefinelor de saturate;

— cu sită moleculară pentru separarea *n*-parafinelor de celelalte saturate. Individual parafinele sînt separate pe CEF completată cu o coloană scurtă de silicon.

Metoda este foarte potrivită pentru analiza de serie, dar necesită o aparatură specială.

S-a constatat astfel că determinarea olefinelor în produsele de dehidrogenare catalitică a *n*-parafinelor a fost puțin tratată, interesul acordat în ultimul timp față de acești compuși justifică însă abordarea acestei probleme.

Lucrările efectuate în acest sens au avut drept scop stabilirea condițiilor optime de lucru pentru analiza cromatografică a monoolefinelor cuprinse în domeniul $C_6$—$C_{12}$.

## Partea experimentală

Pentru determinarea compoziției produsului obținut prin dehidrogenarea catalitică a *n*-dodecanului, s-a combinat metoda FIA cu gaz — cromatografia în regim de programare a temperaturii.

În acest scop au fot necesare următoarele determinări:

1. Determinarea compoziției produsului brut pe clase de hidrocarburi (aromate, olefine și parafine) prin procedeul FIA [10].

2. Separarea produsului brut pe o coloană FIA preparativă [11] colectarea fracțiunii parafinice + olefinice în vederea îndepărtării aro-

matelor, care la separarea pe coloana cromatografică s-ar suprapune peste olefine începînd cu undecenele sau ar prelungi durata analizei.

3. Determinarea distribuţiei pe atomi de carbon a olefinelor şi *n*-parafinelor prin cromatografia gaz-lichid a fracţiunii olefine + parafine colectate.

Determinările de la punctele 1 şi 2 s-au executat conform ASTM [9] cu diferenţa că pentru separarea produsului brut s-au folosit coloane FIA cu dimensiuni mai mari decît cele indicate în literatura citată.

Analiza fracţiunii parafine + olefine colectate prin procedeul FIA preparativ s-a făcut pe un cromatograf Beker cu sistem de programare a temperaturii coloanei şi detector dublu de ionizare cu flacără de hidrogen.

Coloana cromatografică lungă de 3,20 m, cu diametrul interior de 4 mm confecţionată din ţeavă de cupru decălită, s-a umplut cu Celit $C_{22}$ de granulaţie 0,200—0,315 mm, impregnat cu Carbowax 20— M 12,5 % gr.

Temperatura iniţială a coloanei, de 65°C, raţia de programare 2°C/min de la introducerea probei pînă la 120°C. Debitul gazului purtător, azot 50 cm³/min. Proba 0,8 µl este introdusă cu o seringă Hamilton în capul coloanei cromatografice. Debitul aerului = 300 cm³/min. Debitul $H_2$ = 3 cm³/min.

În condiţiile date anterior s-a obţinut o cromatogramă a fracţiunii parafine — olefine prezentată în figura 1.

TABELA 1

**Ordinea de eluţie a componenţilor pe coloana cu Carbowax 20M în regim de programare a temperaturii cu o raţie de 2°C/min**

| Ordinea de eluţie | Denumirea componentului | Temperatura de eluţie, °C |
|---|---|---|
| 1 | *n*-hexan | 66,4 |
| 2 | 1-hexenă | 66,6 |
| 3 | *trans*-2-hexenă | 66,8 |
| 4 | *n*-heptan | 67,2 |
| 5 | 1-heptenă | 67,7 |
| 6 | *trans*-2-heptenă | 67,9 |
| 7 | *cis*-2-heptenă | 68,0 |
| 8 | necunoscut | 68,4 |
| 9 | *n*-octan | 68,9 |
| 10 | 1-octenă | 69,6 |
| 11 | *trans*-2-octenă | 70,0 |
| 12 | *cis*-2-octenă | 70,3 |
| 13 | necunoscut | 70,8 |
| 14 | *n*-nonan | 71,9 |
| 15 | 1-nonenă + izononenă | 73,1 |
| 16 | *trans*-2-nonenă | 73,7 |
| 17 | *cis*-2-nonenă | 74,1 |
| 18 | *n*-decan | 76,5 |
| 19 | izo-decenă | 77,9 |
| 20 | 1-decenă | 78,2 |
| 21 | *trans*-2-decenă | 78,9 |
| 22 | *cis*-2-decenă | 79,5 |
| 23 | *n*-undecan | 82,5 |
| 24 | izo-undecenă | 83,8 |
| 25 | 1-undecenă | 84,4 |
| 26 | *trans*-2-undecenă | 85,2 |
| 27 | izo-dodecan | 86,3 |
| 28 | izo-dodecan | 87,8 |
| 29 | *n*-dodecan | 89,7 |
| 30 | izo-dodecan | 90,6 |
| 31 | 1-dodecenă | 91,5 |
| 32 | *trans*-2-dodecenă | 92,0 |
| 33 | *cis*-2-dodecenă | 92,9 |
| 34 | *n*-tridecan | 95,9 |

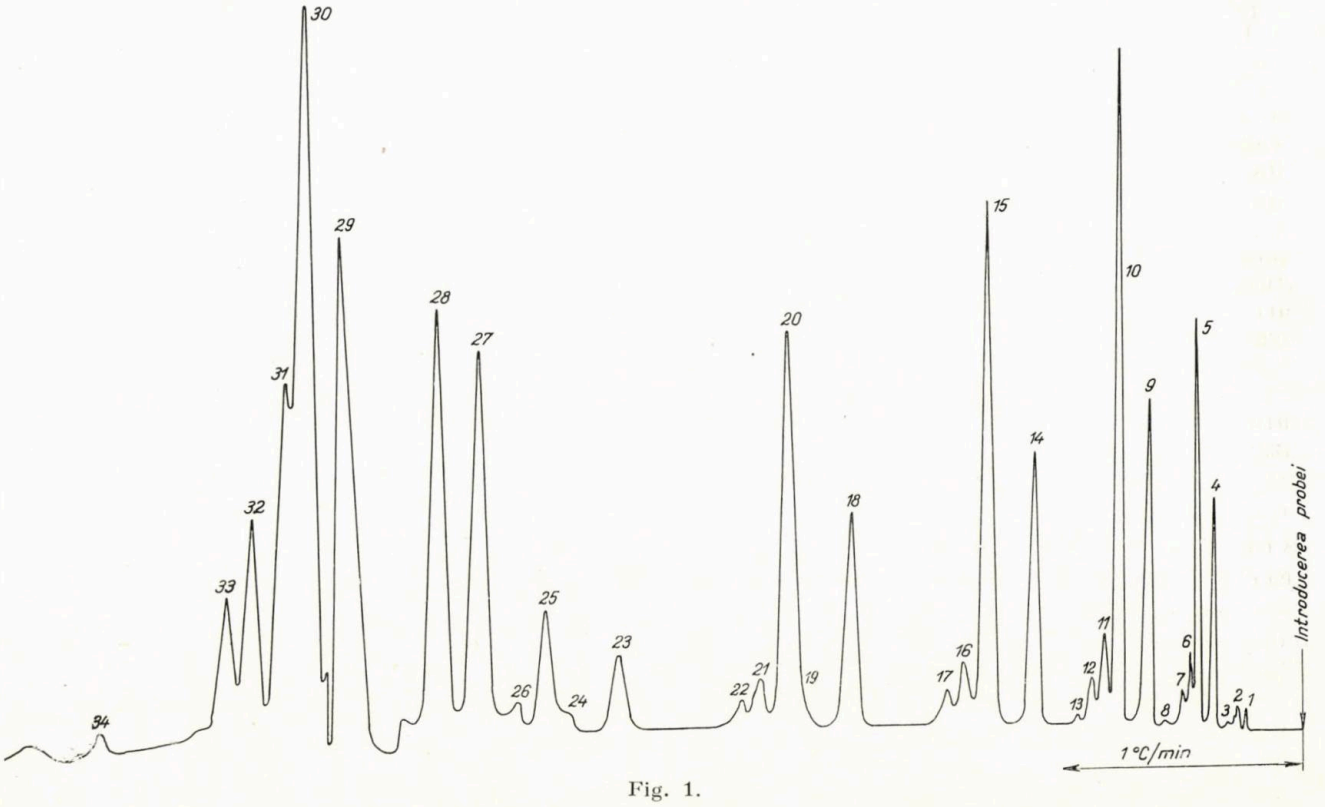



Fig. 1.

Ordinea de eluţie a componentelor pe cromatogramă se prezintă în tabela 1, alături de temperaturile de eluţie calculate după formula:

$$T_e = T_i + R_p\,(D/V)$$

în care:

$T_i$ este temperatura iniţială, °C;
$R_p$ — raţia de programare, °C/min;
$D$ — distanţa între introducerea probei şi vîrful maximului de eluţie a componentului, mm;
$V$ — viteza hîrtiei, mm/min.

Olefinele eluează din coloană după *n*-parafinele cu acelaşi număr de atomi de carbon în moleculă, datorită caracterului polar al fazei staţionare. Se observă o bună separare a olefinelor de *n*-parafinele corespunzătoare şi o separare mulţumitoare a izomerilor de poziţie *cis* şi *trans*.

O separare mai slabă se obţine între izoolefine (cu o grupare viniliden) şi α — olefine, cu acelaşi număr de carbon, în special pentru olefinele inferioare.

În scopul identificării componentelor separate s-au folosit etaloane pure (heptena-1, octena-1, octena-2 şi *n*-parafine $C_7$—$C_{13}$), determinarea indicilor Kovats la două temperaturi a coloanei (100 şi 140°C), precum şi un amestec de olefine (α-olefine) obţinut prin cracarea termocatalitică a octadecanului pur.

Indicii Kovats (12) s-au calculat după relaţia:

$$I = 100N + 100\,n\left[\frac{(\log R_x - \log R_N)}{(\log R_{N+n} - \log R_N)}\right]$$

în care:

$R_x, R_N, R_{N+n}$ — sînt reţinerile compusului necunoscut $x$ şi a *n*-parafinelor cu $N$ şi $N + n$ atomi de carbon.

Reprezentarea grafică a indicilor $I$ în funcţie de $1/T$ (fig. 2) arată unele inversiuni între componenţi la diverse temperaturi, datorită caracterului polar al coloanei.

Graficul permite alegerea domeniului optim de temperatură.

Tabela 2 cuprinde indicii de reţinere a unor α-olefine, *n*-parafine şi aromate pe coloana cu C—20 M la temperatura de 100 şi 140°C alegînd ca standard *n*-heptanul.

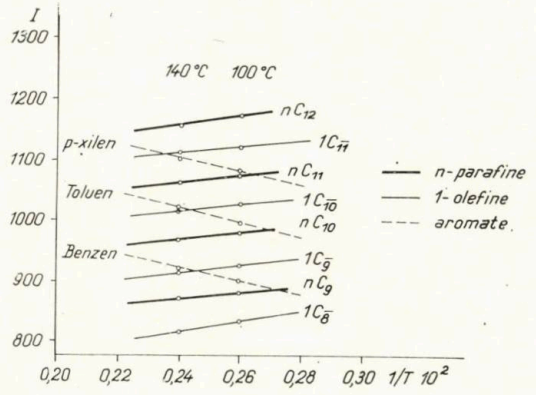



Fig. 2.

Indicii Kovats, care cresc cu o raţie constantă (100) în seria omoloagă a olefinelor, că componentul 30, primul după *n*-dodecan, este o izoolefină, iar componentul 31 este 1-dodecenă, deoarece indicele de reţinere a acestui component este mai mare cu 100 faţă de indicele corespunzător undecenei. S-a constatat de pe cromatogramă că într-un astfel de proces rezultă izoolefină (cu grupare vinilidenică) în proporţie mai mare în grupul olefinelor $C_{12}$ (rezultate prin dehidrogenare) decît în grupul olefinelor inferioare (rezultate prin cracare). Poziţia 1-dodecenei stabilită cu ajutorul indicilor de reţinere, s-a verificat introducînd în

TABELA 2

**Indici de reţinere ai unor parafine, olefine şi aromate pe Carbowax 20 M la 100 şi 140°C, faţă de *n*-heptan**

| Component | Distanţa de eluţie, mm | Log. distanţa de eluţie | $I_{100°C}$ | Distanţa de eluţie, mm | Log. distanţa de eluţie | $I_{140°C}$ | $I = \frac{I_{140°C}}{I_{100°C}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *n*-heptan | 13,2 | 1,12057 | — | 10,8 | 1,03342 | — | |
| *n*-nonan | 25,5 | 1,40654 | 877 | 15,0 | 1,17609 | 868 | |
| *n*-decan | 39,7 | 1,59879 | 976 | 19,3 | 1,28556 | 965 | |
| *n*-undecan | 65,3 | 1,81491 | 1 075 | 26,0 | 1,41497 | 1 058 | |
| *n*-dodecan | 111,0 | 2,04532 | 1 174 | 36,7 | 1,56467 | 1 156 | |
| *n*-tridecan | 193,4 | 2,28646 | — | 54,0 | 1,73239 | — | |
| heptenă-1 | 15,0 | 1,17609 | 743 | 10,8 | 1,03342 | — | |
| octenă-1 | 20,4 | 1,30963 | 832 | 13,0 | 1,11394 | 812 | |
| nonenă-1 | 29,8 | 1,47422 | 922 | 16,3 | 1,21219 | 913 | |
| decenă-1 | 47,1 | 1,67302 | 1 018 | 21,4 | 1,33041 | 1 012 | |
| undecenă-1 | 77,7 | 1,89042 | 1 116 | 29,5 | 1,46982 | 1 111 | |
| *i*-dodecenă | 122,5 | 2,08814 | 1 148 | — | — | — | |
| dodecenă-1 | 130,0 | 2,11394 | 1 210 | — | — | — | |
| benzen | 27,3 | 1,43616 | 898 | 16,2 | 1,20952 | 910 | |
| toluen | 41,7 | 1,62014 | 988 | 21,4 | 1,33041 | 1 012 | |
| *m* + *p* xilen | 66,2 | 1,82086 | 1 079 | 28,8 | 1,45939 | 1 100 | |

TABELA 3

| Component | Sunöurg | Durrett | Halasz | Sternberg |
|---|---|---|---|---|
| *Parafine* | | | | |
| *n*-Hexan | 1,00 | 0,97 | — | 1,01 |
| *n*-Heptan | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| *n*-Octan | 0,96 | 1,03 | 1,05 | 1,01 |
| *n*-Nonan | 0,94 | 1,02 | 1,02 | — |
| 3-Metilpentan | 1,02 | 0,96 | — | — |
| 2,3-Dimetilpentan | 0,97 | 1,01 | — | — |
| 3-Metilhexan | 0,97 | 0,98 | — | — |
| 3-Etilpentan | 1,00 | 0,98 | — | — |
| 2,2-Dimetilhexan | 0,97 | 0,99 | — | — |
| 2,2,4-Trimetilpentan | 0,98 | 1,01 | — | — |
| *Naftene* | | | | |
| Ciclopentan | 0,98 | 0,96 | — | — |
| Metilciclopentan | 1,04 | 0,99 | — | — |
| Ciclohexan | 1,01 | 0,99 | — | 0,98 |
| Metilciclohexan | 1,05 | 0,99 | 0,99 | — |
| 1,1-Dimetilciclopentan | 0,96 | 0,97 | — | — |
| *Olefine* | | | | |
| Hexenă-1 | 1,04 | — | — | — |
| 2,2,4-Trimetilpentenă-1 | 1,06 | — | — | — |
| Ciclohexenă | 1,09 | — | — | 1,04 |
| *Aromate* | | | | |
| Benzen | 0,97 | 0,89 | — | 0,91 |
| Toluen | 1,02 | 0,93 | — | 0,93 |
| Etilbenzen | 1,01 | 0,97 | 0,99 | — |
| *p*-Xilen | 1,00 | 1,00 | 0,99 | — |
| *m*-Xilen | 0,98 | 0,96 | — | — |
| *o*-Xilen | 0,97 | 0,98 | 0,99 | |

procesul de dehidrogenare catalitică a *n*-dodecanului un amestec de $\alpha$ - olefine, obținute prin cracarea termocatalitică a *n*-$C_{18}$, știind că într-o astfel de reacție se obțin în cantitat preponderentă toate $\alpha$ - olefinele inferioa hidrocarburii cracate.

Calculul cromatogramelor s-a făcut prin no marea suprafețelor (picurilor), fără a aplica fa torii de corecție, deoarece se poate consider că detectorul de ionizare cu flacără de hidro gen dă un răspuns aproximativ egal cu concen trația în procente de greutate a componenți lor din amestec în cazul hidrocarburilor. Pen tru a ilustra aceasta, în tabela 3 se dau factori de normare a suprafețelor determinați de di verși autori pe diverse coloane. S-a constata că acești factori diferă foarte puțin de 1. În final s-a făcut recalcularea procentului fiecă rui component determinat ținînd seama de procentul volumetric al fracțiunii parafine + olefine, determinat prin procedeul FIA.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Sakupra, N. A. Chem. Techn. **17**, Heft, 10 oct. 1965.
2. Miller, D.B. I.E.C. (P.E.D.) **2**, nr. 3, sept. 1963. p. 221.
3. Scott, C.G. Gas Chromatoghraphy 1964. de A. Goldup, p. 266.
4. Poe, R. W. și Kaelble, E.F. J. Amer. Oil. Chem. Soc. **40**, 1963, p. 347–348.
5. Stern, F. W. I.E.C. **1**, nr. 4, oct. 1962, p. 281.
6. Spence, I.A. Analyst, **91**, nr. 1082, 1966, p. 324.
7. Hachenberg, H. și Gutberlet, J. Brennstoff Chem **45**. 1964 p. 132–138.
8. Green, L.E., Albert, D.K. și Barber, H. H. J.of. G.C. sept. 1966, p. 319.
9. * * * ASTM Standards. Method D, 1319–615, part. 7 1961, p. 702.

# )OCUMENTARE

* * **U.R.S.S. 500 mil. t ţiţei în anul 1975.** În : Pétrole ormations nr. 1271—1272, 1973, p. 54.

Agenţia Tass, citînd estimările experţilor sovietici, a în-mat că U.R.S.S. va produce 500 mil. petrol brut în anul 75, faţă de 424 mil. t în acest an.

Regiunea cu ponderea cea mai mare este aceea de la Samo-r (Siberia occidentală) a cărei producţie va atinge, peste i ani, 120—120 mil. t. Producţia de petrol brut a U.R.S.S. a st de 349 mil. t în anul 1970, 372 mil. t în anul 1971 şi 4 mil. t în anul 1972. Principalele resurse petrolifere ploatate în prezent se găsesc în următoarele regiuni : Ta-ria, Baschiria, Azerbaidjan (în care s-au dat în exploatare portante zăcăminte marine), regiunea Mării Caspice, aghertan, regiunea centrală a fluviului Volga, regiunea rasnodar, Turkmenia, Kazakstan, Usbekistan, Kirghizia, kraina şi Siberia occidentală, ale căror resurse sînt sufi-ente — conform estimărilor experţilor — pentru a aprovi-ona întreaga lume timp de două secole.

În primul semestru al acestui an a intrat în funcţiune noua nductă de transport al petrolului Samotlor între regiunea iumen şi Abmetievsk (Tataria) prin care petrolul siberian a fi exportat în Europa. Această conductă va fi racordată conducta ,,Drujba" prin care se exportă de cîţiva ani pe-rolul din Tataria în Ungaria, Polonia şi Cehoslovacia.

Conducta Samotlor este cea mai mare din lume, atît ca ngime (2124 km), cît şi ca debit.

În anul 1972 Siberia occidentală a produs 60 mil. t petrol aţă de numai 953 000 t în anul 1965. În anul acesta se pre-ede o producţie de 80 mil. t.

Kirpicenko, B. I. **Posibilitatea determinării cu ajutorul metodei acustice a mişcării lichidului prin spaţiul inelar.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 4, april. 1973, p. 21—23.

Pentru determinarea surselor de inundare şi pentru mări-ea eficienţei operaţiilor de izolare, la sondele cu receptivitate redusă procedeul bazat pe studierea cu ajutorul metodei acusti-e a deformaţiei coloanei în raport cu inelul de ciment, spre deo-sebire de procedeele bazate pe acumularea substanţei indi-catoare (izotopi radioactivi) în intervalele cu influx, la debite mari de lichid pompat prin spaţiul inelar, face posibilă esti-marea propagării presiunii în exces în spaţiul inelar, chiar şi în cazul unei circulaţii reduse în dreptul intervalului cercetat. În lipsa intervalelor cu influx şi la debite reduse de lichid pom-pat, procedeul permite detectarea prezenţei în spaţiul ine-lar, a oricăror canale de legătură cu intervalul perforat.

Se prezintă rezultatele cercetărilor aplicării procedeului, care arată că amplitudinile undelor în lungul coloanei depin-de de mărimea jocului dintre coloană şi inelul de ciment. La provocarea unei creşteri a presiunii lichidului exercitată prin inelul permeabil de ciment pe suprafaţa exterioară a coloanei, jocul respectiv se măreşte. Aceasta justifică aplicarea metodei acustice pentru discriminarea intervalelor neizolate, prin care se propagă în lungul spaţiului inelar presiunea mai ridicată din intervalul perforat.

Seid—Rza, M. K. ş.a. **Cercetarea influenţei numărului de ioni de calciu în fluidele clorocalcice, asupra deformaţiei argilelor.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **53**, nr. 4, april. 1973, p. 9—11.

Se analizează comportarea deformantă a rocilor argiloase cu compoziţie mineralogică diferită, aflate în condiţii de presiune şi temperatură, sub acţiunea fluidelor clorocalcice de foraj, conţinînd de la 1 000 pînă la 5 000 mgf/l ioni de calciu.

Se arată caracterele variaţiei deformării argilelor în funcţie de concentraţia ionilor de calciu în fluidul de foraj şi se indică, de asemenea, domeniile de utilizare raţională a fluidelor clorocalcice cu conţinut diferit de ioni de calciu.

Eremenko, T. E. ş.a. **Deformaţia coloanelor de burlane în dreptul stratelor de roci plastice.** În : Burenie nr. 4, april. 1973, p, 36—38.

Analizarea datelor de schelă privind degradarea coloanelor de burlane tubate arată că unele din aceste accidente tehnice se produc sistematic în intervalele de aşezare a stratelor formate din depozite hemogene (halit, carnalit, bişofit), precum şi din unele variaţii de argilă. Toate aceste roci, în anumite condiţii, se manifestă prin curgere plastică.

Se examinează particularităţile deformării coloanelor de burlane în cazul curgerii plastice a rocilor. Din observările asupra schelei rezultă că în cazul curgerii sării geme, coloanele se turtesc, respectiv capătă o formă ovală, care poate duce la o aplatizare totală, urmare a manifestărilor lente a procesului de curgere, pe cînd în cazul intervalelor de aşezare a intercalaţiilor nu prea groase (pînă la 5—10 m) de depozite de săruri de potasiu şi magneziu şi de argile plastice, în afara turtirii, coloanele sînt supuse deformaţiilor de compresiune, de întindere şi de flexiune, aceasta ca urmare a manifestării agresive a acestor depozite.

Se cercetează mecanismul amorsării unor astfel de deformaţii şi drept măsuri pentru prevenirea lor, se recomandă : calcularea coloanelor la turtire, ţinînd seama de solicitarea presiunii litostatice; prevenirea formării cavernelor în intervalele de aşezare a rocilor plastice; prevenirea curgerii rocii din strat în sondă în cursul forajului şi urmărirea umplerii totale cu pastă de ciment a spaţiului inelar din intervalele de aşezare a rocilor plastice curgătoare.

Daneleant, S. M. **Analizarea accidentelor tehnice de fund provocate de comportarea prăjinilor de foraj din aliaje uşoare.** În : Maşinî i nefteanoe oborudovanie, nr. 4, apr., 1973, p. 7—9.

Se prezintă o analizare şi o comparaţie a frecvenţei accidentelor tehnice de fund, provocate de comportarea prăjinilor de foraj din oţel (SBT) şi a prăjinilor de foraj din aliaje uşoare (LBT) la una din centralele de foraj şi extracţie a ţiţeiului din Uniunea Sovietică. Analizarea se referă la ruperile din corp, ruperile de oboseală a îmbinării filetate şi smulgerile din filetul normal. Comparaţia arată o frecvenţă mai ridicată a ruperilor de oboseală, la îmbinările filetate ale prăjinilor (SBT) şi a smulgerilor din filetul normal ale prăjinilor LBT. În general, însă, frecvenţa accidentelor tehnice de fund, la prăjinile LBT este mult mai redusă decît la SBT.

Ţinînd seama de particularităţile tehnico — tehnologice de foraj ale sondelor, analizarea comparativă a accidentelor tehnice de fund, provocate de comportarea prăjinilor de foraj, duce la următoarele concluzii :

1) LBT prezintă indicatori de fiabilitate mai ridicaţi decît SBT;

2) LBT se caracterizează printr-o rezistenţă sporită la solicitări variabile faţă de SBT, ceea ce creează premisele lărgirii utilizării lor la forajul cu masa;

3) eliminarea din construcţia LBT a îmbinării filetate prăjină — racord special, ar spori şi mai mult fiabilitatea lor în exploatare, mai ales în cazul forajului sondelor în condiţii geologo — tehnice complexe.

Anderson, D. B. **Noroaiele nedispersate îngreuiate se comportă bine în şantier.** În : Oil Gas J. **71**, nr. 13, 26 mart. 1973.

Noroaiele nedispersate, îngreuiate, cu conţinut de solide redus, avînd în compoziţie bentonită, un polimer cu acţiune dualâ (sau floculant selectiv), barit şi poliacrilat ca reducător de filtrare, s-au comportat bine la aplicaţiile în şantier.

Se utilizează doi polimeri : (1) un copolimer de acetat de vinil şi anhidridă maleică (VAMA) şi (2) o poliacrilamidă parţial hidrolizată (PHPA). Prin variaţia gradului de hidroli-

zare şi a greutăţii moleculare se pot obţine diferite reacţii ale poliacrilamidei cu bentonita.

Din punct de vedere funcţional polimerii au fost clasificaţi astfel.

— Polimeri cu acţiune dublă care măresc viscozitatea suspensiilor de bentonită şi floculează detritusul. (VAMA şi PHPA—1).

— Floculanţi selectivi, cum este PHPA—2 care floculează detritusul, dar nu au efect asupra bentonitei.

— Floculanţi totali care floculează atît bentonita, cît şi detritusul. Ei se pot aplica numai la forajul cu apă.

Experienţele făcute au arătat că:

Noroaiele nedispersate au o viscozitate practic constantă pînă la temperatura de 300°F (150°C) pe cînd la cele dispersate viscozitatea a crescut de la 40 la 1500 cP în intervalul 93—150°C.

Noroaiele nedispersate au o rezistenţă mare la contaminanţi şi sînt constante în timp.

La încercările din şantier cu noroaiele nedispersate s-au obţinut creşteri de viteză de avansare de 5—17%, o reducere de cost de 14—20% şi o scădere a preţului de cost al noroiului de la 55,7 dolari la 27,8 dolari pe metru.

Belov, V. P. ş.a. **Experienţa utilizării reactivului NVS—18 pentru cimentarea coloanelor de burlane.** În: Burenie, nr. 4, april, 1973, p. 14—17.

Se descrie experienţa utilizării reactivului NVS—18 la tratarea pastei de ciment pentru a reduce rezistenţele hidraulice în procesul de cimentare a coloanelor de burlane. Reactivul NVS—18 este o răşină sintetică (novolac) obţinută prin condensarea fenolilor cu formaldehidă în mediu acid. Se prezintă sub formă de praf măcinat fin cu densitatea de 1,20—1,22 g/cm³. Cercetările experimentale şi la scară industrială au arătat că tratarea pastei de ciment cu acest reactiv îmbunătăţeşte calitatea cimentării sondelor.

1. Pasta de ciment tratată cu NVS—18 are o curgere turbulentă în spaţiul inelar, cînd viteza de pompare ajunge la 1,5—2,0 m/s.

2. Datorită creşterii mobilităţii pastei de ciment în regim de curgere turbulentă se obţine o dezlocuire mai completă a fluidului de foraj din caverne.

3. După datele carotajului acustic, tratarea pastei de ciment cu NVS—18 măreşte aderenţa cimentului întărit la coloană şi pereţii sondei.

4. Reducerea rezistenţelor hidraulice prin tratarea pastei de ciment cu NVS—18 evită fisurarea stratelor cu permeabilitate mare şi permite ridicarea ei în spaţiul inelar la înălţimea necesară.

Răşina sintetică NVS—18 se fabrică în mod curent şi se livrează în saci de celofan cu greutatea de 25—30 kg. Tona de NVS—18 costă circa 450 ruble. Se consumă între 250 şi 500 kg reactiv la 100 t ciment uscat. Rezultatele pozitive permit recomandarea încercărilor acestui reactiv.

Daniuşevski, V. S. ş.a. **Amestecul expandabil de cimentare a sondelor cu temperaturi joase.** În: Burenie, nr. 4, april. 1973. p. 12—14.

Cimentarea cu mijloacele cunoscute a sondelor reci de ţiţei şi de gaze (sub 20°C) nu asigură calitate şi condiţii satisfăcătoare de izolare. Este necesară o pastă de obturare, care să aibă proprietatea de a-şi mări rezistenţa la temperaturi sub 20°C. Se examinează premisele obţinerii unei pietre de ciment cu rezistenţă sporită, atunci cînd pasta respectivă se întăreşte la temperaturi joase. Se propune, pentru cimentarea sondelor cu temperaturi pînă la —5°C, un amestec expandabil de obturare, în componenţa căruia intră cimentul Portland cu conţinut ridicat de aluminat tricalcic ($C_3A$—cel puţin 12%) şi soluţia apoasă de $SO_4Na_2$ — concentraţie pînă la 10%. Se prezintă rezultatele cercetărilor de laborator, a proprietăţilor acestui amestec întărit la temperaturi de la —5°C pînă la +50°C. Amestecul, o dată cu expandarea pietrei ce se formează, se întăreşte în mod satisfăcător, îşi măreşte repede rezistenţa la temperatura de sub 20°C, intră în contact strîns şi rezistent cu coloana şi pereţii găurii sondei, chiar şi atunci cînd sînt formaţi din roci salifere.

Vasiliev, Iu. S. ş.a. **Rezultatele cercetării sondelor de referinţă tehnologică.** În: Burenie, nr. 4, apr 1973, p. 7—10.

Scopul principal al forajului sondelor de referinţă tel nologică constă în stabilirea relaţiilor empirice de bază înt parametrii lucrului sapelor şi parametrii reglabili ai regim lui de foraj.

În cazul forajului cu masa şi cu motor electric de fund m todica efectuării cercetărilor de schelă şi prelucrării rezult telor rezolvării acestei probleme este destul de bine elab rată. Dar pentru forajul cu turbina de fund ea se complic prin faptul că parametrii principali reglabili ai regimului d foraj — apăsarea axială şi viteza de rotaţie a sapei, fiind l gaţi între ei printr-o anumită relaţie, practic, nu este posibil reglarea unuia dintre parametri cu menţinerea constantă celuilalt. Cercetările sondelor de referinţă tehnologică constîn în determinarea debitului minim al fluidului de circulaţi pentru o bună curăţire a tălpii în cazul forajului cu turbin de fund prezintă anumite dificultăţi legate de relaţia dintr regimul de funcţionare a maşinii şi cantitatea de lichid pompat

Se prezintă rezultatele determinării gamei de debite al fluidului de circulaţie trecut prin orificiile sapei în condiţi ile date de foraj cu menţinerea totodată a debitului cons tant de lichid trecut prin turbină pentru a-i păstra regimu constant de foraj (apăsare şi turaţie) cu ajutorul unor duz fixe plasate în reducţia dintre sapă şi arborele turbinei.

Cercetările au pus în evidenţă posibilitatea reglării debitului fluidului de circulaţie în limite destul de largi, fără a influenţa în mod sensibil indicatorii de lucru ai sapelor. Se arată posibilitatea utilizării pentru diferite scopuri a excesului de fluid de circulaţie, peste cantitatea necesară pentru spălarea normală a tălpii. Astfel, se relevă rezultate promiţătoare legate de utilizarea acestei rezerve pentru protejarea hidrodinamică contra uzurii abrazive a cozoroculuı fălcilor sapei cu role.

Kundin, S. A. ş.a. **Metodă de calcul al procesului de inundare al unui zăcămînt de ţiţei şi gaze aflat sub o zonă întinsă de gaze.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 4, april. 1973, p. 27—30.

Se expune metoda de calcul a procesului de inundare a unui zăcămînt de ţiţei şi gaze aflat sub o zonă întinsă de gaze. Se prezintă un exemplu de calcul pentru o cădere de presiune dată.

Analizarea rezultatelor calculului arată că la inundarea zonei de gaze în prima perioadă a procesului se extrag mai ales gaze cu mici cantităţi de ţiţei. Spre sfîrşitul primei perioade de exploatare din zăcămînt ies toate gazele libere, acestea transformîndu-se în zăcămînt de ţiţei. În a doua perioadă de exploatare se extrag rezervele recuperabile de ţiţei, prin aceasta practic finalizîndu-se exploatarea zăcămîntului.

Barstow, W. F. **Gazele de eşapament măresc recuperarea ţiţeiului.** În: The Oil Gas J. **71**, nr. 13, 26 mart. 1973.

Cel mai mare sistem din lume pentru generarea de gaze inerte este utilizat pentru mărirea producţiei într-un şantier din ţinutul Ventura, California.

Sistemul furnizează 475 000 m³/zi de gaze inerte la o presiune de injecţie de 385 kgf/cm² pentru a fi injectate într-un strat petrolifer.

Staţia are 10 motoare ce funcţionează pe bază de gaz natural. Ele produc gazele de eşapament care sînt catalizate, uscate şi comprimate pentru a fi utilizate la îmbunătăţirea recuperării din zăcămînt. Motoarele furnizează, de asemenea, energia necesară pentru acţionarea compresoarelor şi a instalaţiilor auxiliare.

Motoarele principale sînt de fabricaţie Waukesha cu 16 cilindri, supra-alimentate prin turbine de compresie şi fiecare are o putere de 1 500 CP.

Catalizatorul serveşte la eliminarea oxizilor de azot din gazele de eşapament.

Zitter, H. **Fenomenele de coroziune în sondele de gaze acide.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 3, mart., 1973, p. 101—106.

Pericolul fragilizării de hidrogen a garniturilor țevilor de extracție la sondele de gaze conținînd hidrogen sulfurat este limitat în intervalul de condensare la temperaturi relativ joase. La temperaturi mai ridicate însă și conținuturi corespunzătoare de $CO_2$ se observă formarea locală de pete de coroziune, care reduc sensibil durata de utilizare a țevilor de extracție în exploatare.

Se descriu observațiile făcute asupra garniturilor țevilor de extracție din oțel C—75 folosite timp de 1 1/2 ani la sonda Schönkirchen Tief 32, din bazinul Vienei, avînd gaze acide (15% $CO_2$, 1,7% $H_2S$). Măsurătorile de coroziune pe întreaga garnitură de țevi de extracție executate cu vetoscopul, au dus la constatarea de coroziuni numai la temperaturi depășind 120°C. Efectele maxime de coroziune au apărut la 140°C și s-au menținut neschimbate și la 155°C, temperatura de fund a sondei la circa 5 000 m adîncime.

Independent de apariția coroziunii locale s-a observat pe pereții țevilor de extracție formarea de straturi de sulfuri cu grosimi în general sub 0,1 mm, care în partea superioară a garniturii se compun din marcasit și pirită. La temperaturi depășind 120°C sub filmul de marcasit și pirită apar cantități mici de siderit și de troilit, limita spre metal constînd din magnetit. Formarea de siderit este explicată printr-o adsorbție de cloruri, care în prezența bioxidului de carbon se transformă în acid clorhidric, accelerînd în continuare coroziunea.

Se prezintă succint rezultatele analizei Röntgen și cu microsonde a produselor de coroziune și se comentează fenomenele de coroziune.

Nordyke, M.D. **Metoda exploziilor nucleare pentru stimularea producției din formațiunile petroliere.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 2. febr. 1973, p. 39.

Brevetul SUA descris s-a acordat pentru dispozitive noi de explozii nucleare declanșate succesiv într-o gaură de sondă în zona unei formațiuni colectoare de hidrocarburi.

Încărcăturile nucleare amplasate la anumite intervale între ele au mărimi în prealabil stabilite și o succesiune de detonare corespunzător selecționată pentru a minimiza efectele seismice de suprafață, dar pentru a realiza efect optim asupra fisurării formațiunii, care să permită o stimulare ulterioară a hidrocarburilor lichide sau gazoase cît mai simplă, mai eficientă și mai economică, în special în zăcămintele cu permeabilitate scăzută.

Cu acest aranjament zona de fisurare este destul de asimetrică ca dimensiuni și relativ lungă pe verticală.

* * * **40 000 t de propan la —45°C.** În: Pétrole informations, nr. 1271—1272, 1973, p. 37.

Cel mai mare depozit aerian refrigerat din Franța a fost dat în funcțiune la 1 mai a.c. la Gonfreville în zona industrială a portului Havre. Sfera cu capacitate de 5 000 m³ folosită ca releu semirefrigerat pentru primirea propanului la presiunea maximă a fost dată în folosință anul trecut. Capacitatea totală a acestui depozit, 90 000 m³, va fi realizată prin construcția unui rezervor cilindric cu o capacitate de 35 000 m³ și a două rezervoare cilindrice verticale de 25 000 m³ fiecare.

Rezervorul de 35 000 m³ va primi direct produsele refrigerate, semirefrigerate și la presiune maximă, aduse pe mare, pe calea ferată sau pe șosele.

Propanul este păstrat la —45°C și la presiune atmosferică, ceea ce a permis folosirea rezervoarelor cilindrice, asemănătoare ca principiu celor pentru păstrarea hidrocarburilor lichide, mai ieftine decît cele în formă de sferă a căror capacitate este limitată de grosimea tablei folosite.

Aceste rezervoare sînt construite din oțel cu nichel cu rezilienă mare la temperaturi scăzute.

Pereții sînt izolați cu un strat de 100 mm grosime, din poliuretan expandat, acoperit cu tablă de aluminiu, iar fundul este izolat printr-un strat de 200 mm grosime din lînă de sticlă. Rezervorul se sprijină pe o placă de beton, încălzită prin rezistențe electrice pentru ca pămîntul să nu înghețe.

Dimensiunea rezervoarelor este de 36 m înălțime și 40 m diametru.

Sfera de 5 000 m³ de 22 m diametru, izolată, de asemenea, cu un strat de 50 mm grosime din poliuretan, conține propanul la o temperatură de —10 °C, cu o presiune maximă de 4 bar. Această sferă servește drept releu pentru încărcarea în camioane și vagoane sau în vasele semirefrigerate. Debitul de descărcare a produselor refrigerate este de 900 t/h, de 140 t/h pentru produsele semirefrigerate și de 40 t/h pentru produsele sub presiune. Un dispozitiv de încălzire ridicată temperatura propanului la 0 °C.

Prin această instalație se reduce considerabil timpul de imobilizare a vaselor refrigerente în porturi și în același timp se asigură aprovizionarea și în perioadele de vîrf de consum.

Royal, M. J și Nimmo, N. M. **Instalațiile mari de metanol oferă alternative mai ieftine pentru gaze naturale lichefiate.** În: Oil Gas J. febr. 1973, p. 51—55.

Tehnologiile îmbunătățite de astăzi permit construirea de instalații foarte mari de metanol cu capacități pînă la 5 000 t/zi. Producția economică pe scară mare este posibilă cu procesul ICI de joasă presiune introdus de Power-Gas Ltd. De aceea calea metanolului este deosebit de atractivă.

Gazele naturale se transformă în metanol folosind tehnologii ieftine și bine puse la punct. Manipularea și depozitarea metanolului este simplă, iar transportul pe mare în petroliere convenționale nu ridică probleme. Pe de altă parte metanolul este un combustibil ce nu produce poluanți, poate fi prompt utilizat ca atare, sau poate servi ca materie primă în instalațiile de fabricarea înlocuitorilor de gaze naturale.

La fabricarea metanolului, gazele naturale folosite ca materie primă necesită tratamente prealabile minimale, constînd dintr-o simplă îndepărtare a sulfului, în timp ce la procesul de lichefiere a gazelor naturale se mai cere în plus și îndepărtarea de $CO_2$ și $N_2$. De aceea metanolul este o piață deosebit de tentantă pentru sursele de gaze naturale ce nu pot fi economic lichefiate din cauza conținutului foarte ridicat de $CO_2$ și $N_2$.

Avantajele metanolului sînt tot mai evidente cînd se comercializează pe piețe de desfacere foarte îndepărtate de locul producției. De aceea metanolul din țările Orientului Mijlociu sau din Australia pentru desfacerea în Japonia sau S.U.A. are perspective comerciale mari.

* * * **Cromatograf industrial pentru rafinării.** În: Pétrole informations, nr. 1270, 1973, p. 38.

Acest aparat, care posedă caracteristicile necesare folosirii în industrie—robustețe, întreținere redusă—este folosit la analiza compușilor ușori, de la fracțiunea 1 la 5, prezenți în gazele și benzinele de la rafinării.

Securitatea în mediu periculos este asigurată prin separarea surselor electrice de sursele potențiale de aprindere.

Acest aparat, care emite un semnal de ieșire în mA în instrumentele obișnuite, poate fi montat în sistemele de supraveghere și control al proceselor industriale.

* * * **Aparat de corecție automat „COREO".** În: Pétrole informations, nr. 1270, 1973, p. 37.

Dotarea la ieșire a unui analizor de gaze cu aparatul COREO permite o autonomie de funcționare de 6 luni, pentru un consum de 350 N litri de gaze neutre (pentru o corecție completă la fiecare 24 de ore).

Analizoarele de gaze trebuie să fie etalonate sau să li se verifice etalonarea la un interval de timp dictat de abaterea lor.

Pentru a remedia acest inconvenient, serviciile de studii ale Diviziunii Controlului industrial al Contoarelor Schlumberger a pus la punct un aparat de corecție a semnalului de ieșire al analizoarelor.

La o anumită perioadă de timp afișată în prealabil pe un mecanism de orologerie, aparatul Coreo, prin intermediul

unor electrorane, permite injectarea în analizor a unui gaz neutru (azot) pentru aducerea la zero și a unui gaz de referință pentru reglare de fine de scară.

Două potențiometre fac posibilă, în timpul fiecărei faze, recolarea curbei de răspuns al analizorului fără a acționa asupra reglajului, ci numai prin modificarea semnalului eronat.

Abaterea acumulîndu-se în timp este posibil ca aparatul Coreo să nu mai poată efectua corecția necesară.

În acest caz, contactele de sfîrșit de curbă de pe potențiometre provoacă o alarmă care avertizează că este necesară o corecție manuală a analizorului.

* * * **Filtre duble cu capace care se deschid foarte ușor.** În : Pétrole informations, nr. 1269, 1973, p. 53

Filtrele duble tip G, seria 2, fabricate în Marea Britanie de către firma Royles Ltd, din Irlam, care pot fi folosite pentru apă, combustibili lichizi, soluții agresive, au capace speciale (model brevetat) care permit demontarea rapidă a filtrului pentru a fi curățat, fără a folosi scule și fără a întrerupe curentul. Filtrele pot fi confecționate din materiale speciale pentru a fi utilizate în lichide corozive; îmbinările capacelor pentru temperaturi de 100—200°C pot fi realizate din siliconi. Filtrele sînt curățate cu ajutorul unor sertare. O vană de echilibrare este instalată între compartimentele filtrelor de dimensiuni mari pentru a facilita mișcarea de dute-vino a sertarelor. Mișcarea sertarelor poate fi mecanizată la cerere.

Filtrele de tip 6 seria 2 sînt confecționate în 10 dimensiuni normalizate, ale căror orificii de intrare și de ieșire au diametre de 76—457 mm : pentru presuni de 5,75 kgf/cm², au diametre de 355—457 mm și pentru 7 kgf/cm² orificii de 76—305 mm diametru.

* * * **Încercările au demonstrat că uleiul fără cenușă îmbunătățește viața motoarelor de gaze.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 2, febr. 1973, p. 41.

S-a demonstrat că folosind uleiuri fără cenușă la motoarele de gaze în 2 și 4 timpi și la compresoare se îmbunătățește sensibil durata lor de exploatare. Motoarele rămîn curate, se evită formarea de depuneri în camerele de exploatare, crește durata de utilizare a filtrelor și consumul de ulei scade sensibil.

Testele făcute de Transcontinental Gas Pipe Line Corp au confirmat acest lucru la un Ingersall-Rand 410—KVT la care normal uleiul se schimbă la 8 000 ore de funcționare, iar filtrele după ce presiunea în filtru crește la 15 psig. La o funcționare a segmenților de 7 927 ore, și după 33 250 ore de la schimbarea cămășilor, s-a constatat o stare excepțională a chiulaselor, care s-au montat la loc fără reparații; cămășile au avut o uzură sub valorile normale.

Făcînd o comparație între performanțele uleiului fără cenușă și uleiului cu cenușă scăzută s-a constatat o scădere a costurilor la uleiul fără cenușă de la 1,05 la 0,55 dolari/oră.

K n i e b e s, D, V și a. **Metodă pentru măsurarea nivelului de odorizare a gazelor naturale.** În : Gas Abstracts, **29**, nr.2 febr. 1973, p. 45.

Autorii au stabilit un brevet pentru o metodă nouă de determinare a nivelului de odorizare a gazelor naturale cu ajutorul unui cromatograf de gaze cu dublă coloană echipat cu un detector fotometric de sulf cu flacără. Aparatul sesizează selectiv compușii de sulf din gaze și emite un semnal de ieșire proporțional cu nivelul de odorizare a gazelor. S-au stabilit empiric o serie de factori de intensitate a mirosului care se aplică semnalului de ieșire pentru a furniza o valoare numerică exprimînd intensitatea mirosului gazelor în produsul odorizant folosit.

Aparatul poate fi utilizat în combinație cu un dispozitiv de odorizare, care injectează în conducta de gaze odorantul respectiv necesar menținerii unui nivel restabilit de odorizare. În acest mod aparatul supraveghează atît nivelul de odorizare, cît și introducerea de odorant în gaze atunci cînd este nevoie.

* * * **Cel mai mare cîmp de gaze din lume are ca obiectiv exploatarea a 18 mrd.cft/zi** În : Gas Abstracts **29**, nr. 2 febr. 1973. p. 36.

La nivelul anului 1975 NAM,întreprinderea marelui cîmp de gaze de la Groningen — Olanda, are ca obiectiv realizarea unei producții record de circa 18 mrd. cft/zi (0,5 mrd. m³). Se prevăd sisteme mari de deshidratare, o scădere a presiunii la capul de erupție și un echipament de fund cu mult mai complet.

În prezent exploatarea se face cu 22 de grupuri de sonde fiecare grup cuprinzînd 8—11 sonde. Producția zilnică pe fiecare grup de sonde se poate ridica la 880 mil. cft (25 mil. m³). Fiecare grup de sonde are un sistem independent de omorîre a sondei în caz de avarii la gura sondei, foc sau erupții.

H a u s a k e r, B. **Gazele naturale pe scena internațională.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 2, febr. 1973, p. 37.

Proiectul El Paso — Sonatrach pentru realizarea în Algeria a unei mari instalații de lichefierea gazelor naturale va asigura pentru S.U.A. o livrare zilnică de 1 mrd. cft gaze naturale timp de 25 de ani. Ansamblul lucrărilor s-a contractat în oct. 1969, va intra parțial în producție în anul 1975 și va realiza în anul 1976 capacitatea proiectată. Costul investiției se va ridica la 1,75 mrd. dolari.

Noua instalație implică în Algeria forarea unui număr de 28 de sonde în cîmpul de gaze de la Hassi R'Mel, instalațiile de tratarea gazelor la șantier, construirea a 315 mile (cca 500 km) de conducte, amenajări portuare și de încărcare și descărcare, instalațiile de refrigerare și instalațiile de lichefiere. Pentru transportul pe mare sînt prevăzute să se construiască 9 metaniere fiecare cu capacitate de 4,4 mil. cft (125 000 m³), care vor costa în total 742 mil. dolari. În S.U.A. se vor construi instalațiile de primire, depozitare și regazeificare a gazelor naturale lichefiate pentru realizarea cărora se prevede un fond de 277 mil. dolari.

Sondele vor trebui să asigure zilnic instalației de lichefiere proiectată un volum de gaze de 47 mil. cft (cca 1,3 mil. m³). La tratarea gazelor la șantier se vor extrage zilnic 40—50 barili de condensat la milionul de cft (la fiecare 28 300 m³ gaze) pentru a se evita la transportul pe conducte curgerea în două faze.

Proiectul va asigura la nivelul necesarului anului 1985, estimat la 1,5—4 trilioane cft/an, numai o acoperire parțială pentru gazele naturale lichefiate și se cer din timp cercetări laborioase pentru scurtarea realizării de instalații noi de lichefierea gazelor, construirea de metaniere și depozite de stocare.

G e l b i n, A, P. și L u b e r o f f. B.L. **Purificarea gazelor.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 2. febr. 1973. p. 36.

Noul proces brevetat elimină gazele acide ($CO_2$, $SO_2$, $H_2S$) din fluxul de gaze sintetice sau de gaze naturale, care rămîn permanent în contact cu un solvent de joasă viscozitate într-un sistem îmbunătățit pentru realizarea unui transfer mai eficient de căldură.

Solventul folosit oferă o mare solubilitate pentru gazele acide și are avantajul unei ușoare regenerări. Este de natură organică selecționat din grupa constînd din eteri ciclici, eteri aciclici eteri de glicol, dioxani și furani. La temperatura camerei solventul este lichid și la presiunea de o atmosferă un volum de solvent poate dizolva mai mult de două volume de $CO_2$. Solventul nu are nici o acțiune corosivă asupra oțelului carbon.

* * * **Instalația firmei Boston Gas, S.U.A. pentru fabricarea înlocuitorilor de gaze naturale.** În : Petroleum Review, **27**, nr. 315, mart. 1973, p. 77.

Pentru suplimentarea sistemului de distribuție a gazelor firma Boston Gas, S.U.A. are în construcție o instalație de fabricarea înlocuitorilor de gaze naturale la Everett, Massachusetts.

Această instalație, care va intra în producție în sept. 1973, va avea o capacitate de 40 mil. cft/zi (cca 1,1 mil, m³) înlocui-

tori de gaze naturale complet compatibili calitativ cu gazele naturale şi va folosi procesul MRG (methane rich gas — gaz metan bogat) al firmei Japan Gasoline Co.

Ares G, K, şi Cooper. B. J. **Sisteme de reglare pentru emanaţiile automobilelor — Catalizatori de platină pentru epurarea gazelor de eşapament.** În: Erdöl und Kohle, **26**, nr. 3, mart. 1973, p. 163.

Pentru limitarea emanaţiilor dăunătoare ale gazelor de eşapament de la automobile firma Johnson & Co Ltd, Londra, a pus la punct reactoare folosind catalizatori de platină. La testele făcute doi din aceşti catalizatori s-au dovedit deosebit de eficienţi.

Modelele de automobile în 1976 vor fi dotate cu două reactoare catalitice. Primul reactor, funcţionînd în atmosferă reducătoare, va limita emanaţiile de $NO_x$. Cel de al doilea reactor va servi pentru îndepărtarea bioxidului de carbon şi a hidrocarburilor nearse şi va funcţiona în atmosferă oxidantă. În funcţie de construcţia motoarelor se poate practica şi o recirculare a gazelor de eşapament.

* * * **Vas pentru montarea conductelor marine.** În: Erdöl und Kohle, **26**, nr. 3, mart. 1973, p. 168.

Un consorţiu internaţional format din mai multe societăţi activează în domeniul construcţiei de vase pentru montarea de conducte în Marea Nordului. În consorţiu intră următoarele firme: Industrieele Handelcombinatie (IHC) şi Heerema Engineering Service, ambele din Olanda, şi firma franceză Spie — Batignolles.

Pînă acum şantierul naval IHC de la Schiedam a primit comenzi în valoare de 170 mil. fiorini olandezi. Livrarea primului vas de montarea conductelor va avea loc pînă în sem. II/1974. Constructiv vasul va fi cu covertă dublă şi va avea automatizate majoritatea operaţiilor.

* * * **Un „ochi" pentru profunzime.** În: Erdöl und Kohle **26**, nr. 3, mart. 1973, p. 168.

Firma Hydro Products, S.U.A. a pus la punct o aparatură specială, care permite investigarea şi observarea fundului mării la adîncimi de apă pînă la peste 6 000 m. Multe societăţi folosesc această aparatură pentru căutarea concreţiunilor de mangan pe fundul mării sau a altor minerale.

Aparatura constă dintr-o serie de camere miniatură de televiziune, un sistem de iluminare sub apă, o unitate de control la suprafaţă cu monitor şi un înregistrator video. Camerele şi sistemul de iluminare sînt lansate pe fundul mării cu un cablu coaxial ranforsat. Staţia de la suprafaţă transformă semnalele video într-o imagine de televiziune.

* * * **Prima sondă executată în exteriorul platformei continentale.** În: Erdöl und Kohle, **26**, nr. 3, mart. 1973, p. 168.

Exploatarea pentru ţiţei şi gaze a platformelor continentale, limitată astăzi în ape cu adîncimi de maximum 200 m, va putea fi extinsă pînă la 600 m adîncime de apă cu noul vas de foraj „Sedco 445" executat în şantierele navale din Japonia. Noul vas, primul construit pînă acum pentru asemenea performanţe, va deschide largi perspective de cercetarea ariei exterioare platformei continentale.

Menţinerea pe poziţie a vasului se realizează fără ancore prin acţionarea a 11 elice dirijate de calculatoare electronice, ţinîndu-se seamă automat de schimbările curenţilor, vitezei vînturilor, înălţimii valurilor etc.

Vasul Sedco 445, care a costat 50 mil. DM, a executat pînă acum prima sondă pentru firma Shell la nord de Borneo în ape cu adîncimea de 400 m. Sonda s-a forat în bune condiţii pînă la adîncimea finală de 2 170 m.

* * * **Un procedeu nou al firmei Bayer AG, Elberfeld, pentru epurarea apelor reziduale este în curs de încercare.** În: Erdöl und Kohle, **26**, nr. 3, mart. 1973, p. 169.

În cadrul măsurilor pentru protecţia mediului înconjurător de la Elberfeld, firma Bayer are în curs verificarea unui nou procedeu de epurarea apelor reziduale chimice, folosind o instalaţie de încercare. La procedeele convenţionale de epurarea apelor pe cale biologică se foloseşte pentru bacterii oxigenul din aer introdus în aeratoare în care are loc o agitaţie intensă a aerului cu apa reziduală. Parte din aerul introdus, care nu conţine decît 20% oxigen, se elimină nefolosit, antrenînd şi mirosuri neplăcute. Noul procedeu foloseşte oxigen pur în vase închise de aerare, unde se amestecă cu apele reziduale şi este practic complet consumat. Cantităţile mici de gaze ce rezultă nu răspîndesc nici un fel de miros neplăcut.

Încercările făcute sînt foarte avansate şi rezultatele obţinute asigură posibilitatea folosirii la scară mare a noului procedeu, care va fi primul de acest gen în Europa.

* * * **Energia nucleară în cadrul Comunităţii Economice Europene lărgită.** În: Erdöl und Kohle, **26**, nr. 3, mart. 1973, p. 176—177.

Lărgirea cadrului Comunităţii Economice Europene (CEE), începînd după 1 ian. 1973, a dus la mai mult decît dublarea puterii uzinelor electrice nucleare. Pînă la începutul anului 1973 fostele state membre în CEE dispuneau de o putere electrică de 5 593 MW de la uzinele nucleare, iar Marea Britanie singură, de o putere de 5 313 MW.

În prezent statele membre CEE au în curs de construcţie o serie de uzine nucleare cu o putere de 15 485 MW şi în fază de planificare alte uzine pentru o putere de 17 624 MW. Rezultă deci că în prezent în cadrul CEE uzinele nucleare în exploatare, în curs de construcţie sau în fază de planificare totalizează o putere de circa 40 000 MW. Fostele state membre în CEE înainte de 1 ian. 1973 aveau în program realizarea pînă în 1980 a unei puteri totale de 45 000 MW de la centralele nucleare. Rezultă că în actuala formaţie CEE lărgită trebuie să se accelereze construcţia de uzine nucleare şi să sporească corespunzător prevederile de perspectivă.

* * * **Port plutitor de încărcarea ţiţeiului în largul mării.** În: Erdöl und Kohle, **26**, nr. 3, mart. 1973, p. 177—178.

Pentru evacuarea ţiţeiului cu petrolierele de la Brent zonă descoperită în 1972 şi situată la 160 km vest de insulele Shetland, Shell va realiza în largul apelor o instalaţie ancorată de fundul mării, care va servi simultan ca rezervor de depozitare şi ca loc de încărcarea petrolierelor.

Instalaţia este formată din trei cilindri suprapuşi, din care cel inferior este cel mai mare şi serveşte de balast şi pentru depozitarea ţiţeiului şi va avea la instalaţia prototip o capacitate de 45 000 t. Acest cilindru este legat prin conducte submarine de sondele productive. Următorul cilindru este destinat pentru spaţiile de control şi pentru pompe şi proemineză la suprafaţa apei. Peste acest cilindru se găseşte instalaţia tip geamandură rotativă, care serveşte pentru legătura de încărcare a petrolierului. Execuţia rotativă a acestei geamanduri de racordare permite rotaţia cu uşurinţă a petrolierului la 360° în jurul geamandurii în funcţie de direcţia vîntului sau a curenţilor apei.

* * * **Perspectiva realizării uniunii europene a gazelor naturale.** În: Montan — Rundschau, **21**, nr. 4, april., 1973, p. 96.

La o recentă conferinţă de presă directorul general al firmei Oestrreichische Mineralölverwaltung AG a afirmat că pînă în anul 1977 se va realiza o uniune europeană a gazelor naturale. Pînă la această dată se va realiza proiectul Monfalcone de construire a portului Adria pentru primirea în Italia a gazelor naturale lichefiate din Algeria şi se vor termina lucrările de construire a conductei magistrale ce traversează Austria şi va aproviziona Italia cu gaze naturale din U.R.S.S. precum şi cele de construire a conductei de gaze din Olanda ce va traversa R.F. Germania şi Elveţia şi va furniza gaze naturale Italiei.

Conducta de gaze naturale ce va traversa Austria, avînd racordare pe teritoriul Republicii Socialiste Cehoslovace la conducta sovietică, va alimenta şi o serie de zone din

Austria, iar conducta de gaze naturale din Olanda va fi folosită pentru servicii și în R.F. Germania și în Elveția.

* * * **Industria de petrol mondială necesită capital.** În : Montan Rundschau, **21**, nr. 4, april. 1973, p. 98.

Potrivit unui raport întocmit de banca Chase Manhattan necesarul de țiței va trebui să se dubleze pînă în anul 1985 pentru a se putea echilibra balanța energetică mondială. Cîmpurile petroliere cunoscute pînă acum nu ar putea acoperi acest necesar. Fără eforturi financiare mari descoperirea de noi zăcăminte pentru acoperirea balanței energetice nu va fi posibilă și economia și standardul de viață al tuturor țărilor de pe glob vor cunoaște un regres serios.

Raportul băncii Chase Manhattan apreciază că pentru dublarea producției pînă în anul 1985 industria de petrol mondială va trebui să facă investiții în volum de 1 000 mrd. dolari, din care posibilitățile financiare proprii nu vor acoperi mai mult de 600 mrd. dolari. Pentru restul acoperiri de 400 mrd. dolari se întrevăd în prezent dificultăți pe piața capitalului.

* * * **Evoluția pieței franceze de gaze de sondă în anul 1972.** În : Pétrole informations, nr. 1271—1272, 1973, p.25

În anul 1972 consumul de gaze de sondă lichefiate în Franța a fost de 2 122 634 t, deci cu 5,43% mai mare decît în anul 1971 cînd a fost de 2 013 350 t. Coeficientul de creștere este totuși mai mic decît cel din anul trecut (+8,6%) și deci media ultimilor cinci ani (6,55%).

Consumul de butan pe piața internă a atins 1 183 937 t în anul 1972 (+ 0,63% față de 1 176 561 t în anul 1971) și cel de propan 938 661 t (+ 12,7% față de 836 789 t). Consumul de propan se desvoltă într-un ritm rapid datorită faptului că se vinde „în vrac" în rezervoare de capacitate pînă la 1750 kg, instalate, controlate și întreținute de întreprinderea distribuitoare care rămîne proprietatea lor.

Butanul livrat în vrac marii industrii înregistrează o creștere de 76,92% (de la 33842 t în anul 1971 la 95 260 t în anul 1972).

Gazele de sondă lichefiate sînt folosite din ce în ce mai mult în industrie mai ales sub formă de vrac.

Parcul de rezervoare instalate este de 222 565 cu o capacitate pînă la 1750 kg (față de 174 239 în anul 1971) și 4852 cu o capacitate mai mare de 1750 kg.

Aceste cifre confirmă importanța butanului și propanului pe piața energetică din Franța și pe piața europeană de gaze de sondă lichefiate unde ocupă primul loc.

Allcock, L. C. **Industria britanică de petrol pe mare.** În : Petroleum Review, **29**, nr. 3, mart. 1973, p. 80—88.

Descoperirile de țiței din fața coastelor Scoției și a insulelor Shetland au prilejuit în Marea Nordului intense lucrări de foraj de explorare, începute numai cu cinci ani în urmă, în condiții de mediu înconjurător din cele mai grele de pe glob și la adîncimi de apă de 90—150 m.

Pînă în prezent nu s-a dezvoltat nici un fel de activitate de producție, nu s-au montat platforme de producție și nici conducte pentru evacuarea țițeiului pe uscat, dar se apreciază că în următorii zece ani producția va ajunge aici la 2 mil. 1b/zi (cca 300 000 m/zi) pentru care vor fi necesare circa 35 de platforme de producție. Această cifră nu cuprinde cerințele de platforme pentru zona centrală a Mării Nordului, care va asigura acoperirea majoră cu gaze naturale din Marea Britanie.

În actuala situație de dezvoltare firma British Petroleum activează intens în cîmpul de la Forties, iar Shell și Esso în cîmpul mai mic de la Auk și în faza inițială a cîmpului de la Brent.

Pentru următorii zece ani lucrările de dezvoltare a producției de țiței în Marea Nordului vor necesita investiții estimate la 2 000—3 000 mil.

Se comentează succint proporția ce revine la aceste lucrări industriei britanice, alegerea tipului de platforme indicate, completările cu echipamente sub apă, tehnicile de montarea și supravegherea acestora și necesitățile de energie pentru exploatarea curentă și pentru recuperarea secundară.

* * * **Reforma petrolieră în Turcia.** În : Pétrole informations nr. 1271—1272, p. 53

În Turcia a apărut un decret prin care se reduce la sub 50% participarea străină autorizată la rafinării. Conform noii legi numai compania turcă de petrol TPAO va putea obține în numele Statului licențe și permise de cercetare și exploatare. Restricția participării străine în rafinăriile din Turcia nu privește instalațiile Atas aparținînd societăților Shell, Mobil Oil și BP de la Mersin deoarece drepturile obținute de către societățile străine înainte de apariția acestei legi vor fi respectate. Prin această lege se reduce, de asemenea, de la 40 la 20 de ani durata permiselor de exploatare și de la 80 la 30 de ani, durata permiselor de exploatare a rafinăriilor.

* * * **Una din cele mai mari comenzi de petroliere în valoare de 150 mil. lire.** În : Petroleum Review, **27**, nr. 315, mart. 1973, p. 77.

Recent Harold și Wolf din Belfast, Anglia, a perfectat cu firma Island Fruit Reefers Shipping Co din Londra și cu General Maritime Group din New York una dintre cele mai mari comenzi acordată vreodată unui șantier naval britanic pentru marina comercială. Comanda, în valoare de 150 mil. lire, cuprinde executarea a șase petroliere fiecare de cîte 333 000 dwt. Livrările vor începe la sfîrșitul anului 1975 și se vor termina complet pînă la jumătatea anului 1976.

Ivantsov. O. M. **Studii privind problema transportului pe conducte a gazelor naturale lichefiate.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 2, febr. 1973. p. 40

Potrivit studiilor făcute de Institutele de Cercetare din U.R.S.S. rezultă că pe distanțe depășind 1 240—1 364 mile (cca 1985—2.180 km) este mult mai economic ca transportul cantităților mari de gaze naturale să se facă sub forma de gaze lichefiate. La alegera acestei soluții în calculul economic trebuie să se aibă în vedere investițiile cerute de instalațiile de lichefiere, depozitele de stocarea gazelor lichefiate și de regazeificare. Parametrii optimi ai unui sistem de conducte pentru gaze naturale lichefiate se determină simultan cu calculele rezistenței conductelor la temperaturi scăzute, eventualitatea avariilor conductelor sub sarcină la asemenea temperaturi și elaborarea unor relații pentru verificarea rezistenței conductelor la rupere prin fragilizarea oțelului.

Wastie, A. E și Sliosberg. J. **Sistem de conducte pentru gaze.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 2 febr. 1973, p. 42.

Brevetul se referă la o metodă nouă pentru creșterea cantității de gaze dintr-o conductă în perioadele cu vîrfuri de consum prin injectarea controlată de gaze naturale lichefiate sau de propan lichefiat în conducta respectivă. Căldura gazelor din conductă furnizează căldura latentă de evaporare a lichidului injectat.

Se pot prevedea mijloace pentru a accelera încălzirea amestecului de gaze criogenice cu gazele din conductă pentru a preveni înghețarea.

Ca o caracteristică nouă se menționează sistemul de injecție folosind energia cinetică a gazelor din conductă și principiul jetului venturi pentru a absorbi gazul criogenic sub formă lichidă în fluxul gazelor sub presiune din conductă, eliminînd astfel operația de pomparea gazelor lichefiate.

Jean, L. A **Problemele și tehnicile de exploatare a sondelor de gaze din sud-vestul Franței.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitchrift, **89**, nr. 3, mart. 1973.

Se face o descriere a evoluției cîmpului de gaze de la Lacq (Franța) în ultimii 15 ani. Zăcămîntul, sub forma unui anticlinal de 9,5 mile (cca 15 km) lungime și 5,5 mile (cca 9 km) lățime, este format dintr-o serie de roci carbonatate, cu o

porozitate variind între mai puţin de 1 pînă la 6% şi o permeabilitate rareori depăşind un milion milidarcy.

Fisurările naturale ale zăcămîntului asigură o excelentă productivitate. Presiunea iniţială a zăcămîntului de 9 600 psi (cca 675 at) la 3600 m adîncime s-a redus astăzi la 4 900 psi (cca 345 at), temperatura fiind de circa 290 °F (cca 145 °C). Gazele conţin 15,4% $H_2S$ şi 9,7% $CO_2$ şi sînt aproape uscate, avînd 4,45 bl (0,7 $m^3$) condensat la milionul de cft (cca 28 000 $m^3$). Rezerva iniţială de gaze a fost estimată la 9,2 x $10^{12}$ cft (cca 260 000 mil.$m^3$).

Dezvoltarea zăcămîntului descoperit încă din anul 1951 dar pus în exploatare de abia în 1957, s-a realizat cu 32 de sonde. Se descriu succint numeroasele probleme ce s-au ridicat referitoare la formarea hidraţilor şi la efectele de coroziune a gazelor, precum şi rezolvarea acestora pe parcursul exploatării.

Începînd din anul 1965 s-a descoperit o serie de orizonturi jurasice de gaze la adîncimea de 13 800—16 400 ft (cca 4.100—5.000 m) nu departe de oraşul Pau. Aceste gaze, asemănătoare cu cele la Lacq conţin 0,8—7,0% $H_2S$ şi 4,5—9,5% $CO_2$. Gazele sînt transportate pe o conductă de 14 in la o distanţă de 11 mile (cca 18 km) pînă la Lacq, unde sînt tratate înainte de a fi predate reţelei de distribuţie. Sistemul de control la distanţă al sondelor şi de control al conductei este similar cu cel practicat la exploatarea de la Lacq.

Hauk V. Riha M. şi Stoffels,H. **Ţevi de oţel şi îmbinări pentru sonde cu gaze acide.** In : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr, 3, mart, 1973 p. 98—100.

Cerinţele pentru ţevile de oţel şi îmbinările folosite la sondele de gaze acide sînt numeroase. S-au făcut cercetări laborioase asupra modului de formare a fisurilor de tensiune produse de hidrogenul sulfurat, dar nu s-a formulat încă o teorie general valabilă.

Se prezintă fenomenele principale ce au loc la suprafaţa şi în interiorul oţelurilor ţevilor în medii de gaze acide. Dificultăţile avute în trecut au fost în bună parte remediate prin elaborarea de oţeluri grad C—75, C—80, C—90 şi C—95 rezistente în medii corosive.

Leziunile şi fisurile pe corpul ţevilor scad rezistenţa la tracţiunea a oţelului. De aceea se cere ca ţevile să fie supuse la un control nedistructiv pentru a sesiza aceste defecte şi a elimina ţevile necorespunzătoare.

Altă problemă rămasă încă deschisă este aceea privind alegerea tratamentului termic al ţevilor (normalizare simplă, tratament termic complet, călire în lichide sau în aer cu revenire ulterioară).

În ultimii ani s-au realizat de mulţi fabricanţi de material tubular diverse tipuri de îmbinări filetate etanşe la gaze, care s-au dovedit deosebit de eficiente pe multe şantiere. Se descriu succint aceste tipuri noi de îmbinări.

Pichler, H şi Heine, T. **Resursele mondiale de gaze naturale şi utilizarea lor în industria petrochimică şi industria metalurgică.** În : Gas Abstracts, **29**, 2 febr. 1973, p. 48.

În ultimii 20 de ani rezervele mondiale de gaze naturale descoperite au fost în permanentă creştere. Din anul 1955 pînă în anul 1971 producţia mondială de gaze naturale a crescut de peste trei ori, în timp ce în S.U.A. creşterea a fost de 21/2 ori, în Europa de vest de 19 ori, iar în U.R.S.S. de 25 ori.

În ţările cu producţie scăzută de cărbune interesul pentru gazele naturale a crescut mult în industria petrochimică şi în industria metalurgică. În industria petrochimică gazele naturale formează materia primă de bază la fabricarea metanolului, amoniacului şi acetilenei. Introducerea gazelor naturale în industria metalurgică nu a făcut progrese prea mari şi cocsul, mai ales în ţările cu producţie mare de cărbune, continuă să fie exclusiv utilizat ca dezoxidant la furnalele înalte. Numai în America Centrală gazele naturale se folosesc pe scară mare în metalurgie ca agent reducător. Se menţionează că cercetările ştiinţifice şi testele în curs arată totuşi o trecere crescîndă în viitor de la cărbune şi cocs la gaze naturale.

Wockenfuss, A. **Planificarea şi construirea cavernelor de stocare în zăcăminte de sare.** În : Erdöl—Erdgas—Zeitschrift, vol. **89**, nr, 3, mart. 1973, p. 92—98.

Pentru stocarea gazelor naturale sau a gazelor lichide se folosesc de mulţi ani, în special în S.U.A., caverne subterane executate în zăcăminte de sare. Primul depozit de acest gen cu o capacitate de 20 000 $m^3$ s-a realizat în RF Germania în anul 1963 pentru stocarea sezonieră de butan. Mai tîrziu s-au executat asemenea caverne şi pentru stocarea de ţiţei şi alte derivate de petrol.

Autorul prezintă procedeul de execuţie şi experienţa căpătată la executarea şi exploatarea unui depozit de stocare în masivul de sare de la Sottorf (R.F. Germania). Sondele terminate şi tubate sînt investigate cu ajutorul diagrafiilor pentru a determina compoziţia minerală a sării, prin aceasta evitîndu-se executarea de carotaje mecanice foarte costisitoare.

Cunoaşterea compoziţiei sării este absolut necesară pentru a stabili programul detaliat de dezvoltare la care trebuie să se ţină seama neapărat de realizarea unei forme cît mai bune a cavernei şi de optimizarea costurilor de execuţie. Programul de dizolvare cuprinde şi etapele de spălare, momentele de executare a măsurătorilor şi timpul necesar pentru crearea volumului dorit de cavernă.

Se arată programul de tubare folosit în masivul de sare de la Sottorf (coloana de spălare de 5 1/2 in, coloana de protecţie de 9 5/8 in, coloana de 13 3/8 pînă la plafonul proiectat al cavernei şi coloana de 18 5/8 in pentru ghidaj), dirijarea proceselor de dizolvare şi supravegherea formei cavernei.

# INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

● Se prevede ca în acest an să se construiască în U.R.S.S. 11 000 km de noi conducte pentru transportul petrolului şi al gazelor naturale. O conductă de 2 200 km lungime prin care va fi transportat petrol din Siberia occidentală în Ural va intra curînd în funcţiune.

● În primul trimestru al acestui an în U.R.S.S. s-au produs 100 mil. t petrol brut (4,4 mil. t mai mult decît în anul 1972).

● Consumul intern de produse petroliere în Iugoslavia a crescut de la 8,3 mil. t în anul 1971 la 9 mil. t în anul 1972.

Producţia de gaze naturale a crescut de la 1 151 mil. m³ în anul 1971 la 1 242 mil. m³ în anul 1972.

● S-a încheiat un contract la Tokio pentru livrarea în Japonia a 700 000 t petrol din Siberia.

● Un nou acord a fost încheiat cu Spania pentru livrarea a 500 000 t de petrol brut în cursul acestui an. Spania a mai importat 723 000 t petrol din U.R.S.S. în valoare de 16,4 mil. dolari.

● Se proiectează construirea unei conducte de transport al petrolului din portul iugoslav Koper (în apropiere de Trieste) în Ungaria şi în Cehoslovacia.

Pe de altă parte, în Ungaria, se proiectează construirea unei conducte Trieste — Viena — Ungaria pentru a importa petrol din Irak printr-un port din Mediterană.

● Uzina de tratare a gazelor naturale de la Szeged a început să producă cu o capacitate de 4 mil. m³/zi. Uzina tratează gazele naturale provenite din zăcămîntul de hidrocarburi de la Szeged.

● Libanul dispune de rezerve importante de şisturi bituminoase al căror coeficient de impregnare cu petrol este în medie de 17,5 %. Bitumul natural este în prezent exploatat pe scară redusă şi exportat în Elveţia şi în Republica Federală Germania.

● Societăţile care fac parte din consorţiul european pentru cumpărarea gazelor naturale din Algeria au semnat un acord pe termen de 20 de ani pentru construirea unei noi conducte de transport al petrolului care va lega Monfalcone cu Kiefersfelden (Bavaria). Această conductă va transporta circa 6 miliarde m³ de gaze naturale din Alger, via Gemona şi prin pasul Ploecken la frontiera austro-italiană, alimentînd astfel Austria, Elveţia şi partea de sud a Republicii Federale Germania.

Investiţiile sînt evaluate la 2,6 miliarde şilingi austrieci.

● În cadrul unui acord recent încheiat, Austria va importa din Irak 4 mil. t petrol brut în cursul viitorilor 3 ani în valoare de 2 miliarde şilingi. Petrolul va fi furnizat de Inoc şi adus în portul sirian Barias de unde va fi transportat în Triest, şi apoi prin conductă la rafinăria de la Schweehat, lîngă Viena.

● Ministerul petrolului şi industriei din Abu-Dhabi intenţionează să construiască în regiunea Maqta Bridge o uzină pentru lichefierea gazelor de sondă şi un centru de umplere. Producţia va fi de 20 t/zi gaze lichefiate pentru consumul intern.

● În insula Umm Al Nahr se construieşte prima rafinărie a ţării cu o capacitate de 2 000 t/zi care va costa 37 mil. dolari.

● Guvernul din Abu-Dhabi a semnat un acord cu Pakistanul pentru construcţia unei rafinării cu o capacitate de 2 mil. t/an la Multan în provincia Penjab.

● Woodside Burmah Oil a redus estimarea rezervelor de gaze naturale recuperabile de la North-Rankin în nordestul platformei continentale australiene. Aceste rezerve sînt evaluate în prezent la 221 mil. m³ faţă de 284 în anul trecut (—22 %).

● Se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 10 000 t/zi la Lucas Heights, la Sydney, care ar costa 80 mil. dolari australieni.

Producţia de petrol brut din strîmtoarea lui Bass este în medie de 50 000 t/zi.

● În anul 1972 producţia de petrol din Turcia a scăzut cu 1,89 % faţă de anul 1971, fiind de 3 388 177 t (faţă de 3 452 486 t în anul 1971). Importul de petrol a crescut cu 45,70 %, de la 5 469 579 t în anul 1971 la 7 969 319 în anul 1972.

● În anul 1972, cele nouă rafinării din India au tratat 19,67 mil. t petrol brut. Capacitatea de producţie a două rafinării, aceea de la Baraunia în Assam şi aceea de la Cochin, este în curs de extensiune, iar 3 noi rafinării vor fi construite la Haldia în Bengalul occidental, la Bongaigaon în Assam şi la Mathura în apropiere de New Delhi.

● În Ecuador se va construi o rafinărie cu o capacitate de 8 000 t/zi în portul Esmeraldos.

● Se studiază construirea unei conducte pentru transportul produselor finite între centrul de rafinare de la Karlsruhe şi Stuttgart în Republica Federală Germania.

Aprovizionarea cu petrol prezintă o tendinţă spre diversificare. Importul de petrol, estimat la 113,4 mil. t, se repartizează în 17 ţări, predominînd Africa de Nord, Orientul Apropiat şi Mijlociu care furnizează două treimi din această cantitate.

● În Nigeria s-a anunţat terminarea conductei de transport al petrolului de 150 km lungime între Ubie şi un nou port situat la vărsarea fluviului Brass. Capacitatea iniţială de transport a conductei este de 1 200 t/zi, putînd ajunge la 60 000 t/zi.

● Guvernul federal a hotărît construirea la Warri a unei a doua rafinării care va aparţine exclusiv statului nigerian şi va costa 10 mil. lire sterline.

A treia rafinărie a ţării va fi construită la Kaduna în nordul Nigeriei.

În prezent singura rafinărie a ţării este aceea de la Port Harcourt cu o capacitate de 2,5 mil. t/an.

● Specialiştii geologi din S.U.A. au comunicat existenţa unor depozite sedimentare petrolifere poate tot atît de bogate ca şi cele care există în largul coastelor Louisianei, ale Texasului şi ale Californiei, la 50 — 70 km în largul coastelor New-Yorkului şi New Jerseyului. Aceste structuri petrolifere acoperă o zonă de două ori mai mare în platforma continentală decît se estimase iniţial.

B.P.Oil Corp. proiectează construirea — în rafinăria de la Markus Hook (Pennsylvania) — a unei unităţi de reformare catalitică. Standard Oil Co. of California proiectează un program de expansiune a capacităţii de rafinare, în valoare de 310 mil. dolari. Rafinăriile ale căror capacităţi vor fi mărite sînt: El Segundo (California), unde noile unităţi vor produce 20 000 t/zi combustibil şi benzine cu conţinut redus de sulf, rafinăria de la Perth Amboy (New Jersey) care îşi va dubla capacitatea, ajungînd la 25 000 t/zi şi rafinăria de la Pascogula care va rafina petrol cu conţinut ridicat de sulf, produsele finite fiind conforme cu normele pentru protejarea mediului înconjurător.

● S-a descoperit un important zăcămînt de gaze naturale în Iran, la Congan la circa 100 km la sud de Şiraz.

● Ministerul industriei din Norvegia estimează rezervele de petrol de la sud de paralela 62 la 1 000—1 500 mil. t şi cele de gaze naturale la 1 000—2 000 miliarde m³; această estimare este

bazată pe rezervele și structurile cunoscute din platforma continentală norvegiană.

● În Franța se proiectează construirea a două conducte între portul Antifer și Le Havre. Una din conducte, de 25 km lungime și 40'' diametru va transporta petrol brut din depozitul de la Antifer (600 000 t în prima fază, și apoi 1 200 000 t) pînă la instalațiile din portul petrolier Le Havre. Cea de-a doua, de 10'' diametru, va transporta păcura pentru alimentarea petrolierelor.

● Extinderea rafinăriei de la Ambes, în apropiere de Bordeaux, va fi mai importantă decît cea prevăzută inițial. Capacitatea acestei rafinării va fi mărită de la 2 la 6 mil. t/an. Costul lucrărilor va fi de 420 mil. franci. Vor fi folosite instalații sovietice în valoare de 60 mil. franci. Se va construi o unitate de producere a coxului de petrol cu o capacitate de 200 000 t/an — cea mai mare din Europa — care va costa 220 mil. franci.

● Petrobras a încheiat cu Sonatrach un contract pentru importul în Brazilia a 1 200 000 t petrol din Sahara, în valoare de 40 mil. dolari în cursul acestui an și a 2 500 t în anul viitor, în valoare de 80 mil. dolari. Petrobras va construi o nouă rafinărie la San José des Campos (Sao Paulo) care va avea o capacitate inițială de 30 000 t/zi. Se proiectează, de asemenea, construirea unei rafinării în statul Ceara, situat la nord-est.

● În insulele Shetlands din Marea Britanie se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 50 t/zi de petrol provenit din Marea Nordului. Lucrările sînt evaluate la 100 mil. lire sterline. Societățile care exploatează zăcămîntul de gaze naturale de la Lockton, în Yorkshire au intenția de a suspenda producția. Este probabil că acest zăcămînt va fi folosit ca depozit subteran de gaze naturale. Occidental Petroleum a produs, la a treia sondă din zăcămîntul Piper, din Marea Nordului, petrol de bună calitate și cu un conținut scăzut de sulf, cu un debit de 2 000 t/zi.

● În China, la Ashan, în provincia Liaoning situată în nord-estul țării a intrat în funcțiune o rafinărie cu o capacitate de 2,5 mil. t/an. China va livra 1 mil. t/an petrol brut Japonici (pentru alimentarea centralelor electrice) din zăcămîntul de la Taching.

● În Arabia Saudită o nouă sondă Qirdi nr. 1 situată la circa 150 km la est de Riyad și la 46 km nord-est de Mazaliy, indică o extensiune importantă a zăcămîntului de petrol de la Khurais, ale cărei rezerve recuperabile sînt estimate în prezent la 1 000 mil. t și care ar putea egala pe cel de la Ghawar cel mai mare din lume.

● În sectorul olandez al Mării Nordului în dreptul orașului Rotliegend la forarea sondei L 7 NR2 s-au descoperit straturi impregnate cu gaze naturale. Se vor efectua teste pentru a se determina importanța zăcămîntului. Capacitatea de rafinare a Olandei a crescut cu 27,3% de la 77 700 000 t la sfîrșitul anului 1971 la 98 900 000 t la sfîrșitul anului 1972.

● În centrul statului Alberta, din Canada, sonda Cego și Al Sunset nr. 10—23 au produs petrol brut de 33° API în cantitate de 325 t/zi.

● În regiunea lacului Anislie (Noua Scoție) se vor efectua studii geologice pentru descoperirea petrolului și a gazelor naturale. Panarctic Oils Ltd a întîlnit gaze naturale în insula Thor în zona Arctică. Lucrările continuă pentru a determina importanța zăcămîntului.

● La Homs în Siria au început lucrările de construcție a unei unități de tratare a lubrifianților cu o capacitate de 30 000 t/an. Ulterior va fi realizată și o unitate de producție a uleiurilor de bază.

● În Indonezia, zăcămîntul de la Jatibarang în vestul insulei Java a intrat în producție dînd 6 000 t/zi petrol. Rezervele acestui zăcămînt sînt estimate la 20 mil. t pentru o durată de 10—15 ani. Au fost descoperite încă 26 de structuri asemănătoare în regiunea Serang și Cirebon.

● S-au descoperit noi și importante rezerve de gaze naturale în zăcămîntul Badak, la est de Kalimantan în insula Borneo. La încercări debitele au fost de 364 000—420 000 $m^3$/zi și 70—100 t/zi petrol.

● La sonda de explorare Jaya nr. 1, situată la 5 km la sud de Kasim s-a obținut un debit de petrol de 700 t/zi, de la adîncimi de 920 și 990 m printr-o duză de 5/8''.

● Japan Petroleum Development Corp. va primi, în timp de 12 ani, 50 mil. t petrol brut din Peru. Contractul se ridică la suma de 300 mil. dolari U.S.

● Wellman Power Gas din S.U.A. a încheiat un contract pentru construirea în Japonia — împreună cu Mitsubishi Kakoki Kaisha — a trei instalații de recuperare a bioxidului de sulf destinate protejării mediului înconjurător. Aceste instalații care vor funcționa după procedeul Wellman — Lord vor costa 8 mil. dolari.

● Prima unitate cu o capacitate de 180 t/zi va fi instalată la rafinăria de la Kașima, cea de a doua la Yokkaichi, unde se va recupera sulful necesar fabricării a 33 t/zi acid sulfuric, iar a treia la Kawasaki, tot pentru fabricarea acidului sulfuric.

● Identisu Kosan a semnat un contract cu Soiuzneftexport pentru cumpărarea a unui mil. t petrol din zăcămîntul de la Tiumen din Siberia. Petrolul va fi transportat cu camioane cisterne pînă la Nakhodke apoi pe mare pînă în Japonia. Se proiectează construirea unei conducte între Tiumen și Nakhodka.

● În Spania se va construi o conductă de produse finite între Bilbao și Valladolid (330 km lungime și 14'' diametru) care va alimenta cu produse petroliere orașele Vittoria Burgos și Valencia Valladolid de la rafinăria de la Somorrostro.

● În anul 1972, s-a produs în Libia 120 mil. t petrol brut și 14 mil. $m^3$ gaze naturale.
S-a descoperit petrol la 45 km la sud de Gialo. La o sondă de 1050 m adîncime s-a înregistrat un debit de 1 200 t/zi.

● Gazeificarea cărbunelui în baie de fier topit poate produce economic un gaz practic liber de $SO_2$.
Prin conversiune și metanizare se obține un gaz comercial avînd 920 BTU (~8100 Kcal/$m^3$).
Ca reactanți se utilizează aburul și oxigenul.
Sulful din cărbune este reținut în fier. El este transferat în zgura ce plutește la suprafață.
Zgura este eliminată și desulfurizată pentru a produce sulf elementar și un agregat pentru drumuri, liber de sulf.
Cărbunele sfărîmat este adus de abur și injectat la baza băii de fier topit, iar oxigenul este injectat de altă lance aproape de suprafața superioară a fierului topit.
Pentru obținerea zgurei se adaugă var stins.

● Pentru a se forma o barieră antipoluție pe un canal de la Chicago s-a imersat de-a curmezișul canalului o conductă de polietienă perforată.
La 15 secunde după injectarea aerului se produce o turbulență care formează o barieră ce reține 80—90% din petrolul răspîndit pe apă.

**Tehnica și protecția mediului înconjurător** (Aer—Apă—Pămînt—Zgomot)

Sesizarea și influențele poluării aerului (Erfassung und Auswirkungen von Luftverunreinigungen)

Broșură editată de KAMMER DER TECHNIK, Brennstofftechnische Gesellschaft. RDG. VEB. Editura germană pentru industria de bază, Leipzig, 1972.

Dezvoltarea rapidă a tehnicii și a industriei pe întregul glob a fost însoțită de consecința nefastă a poluării mediului înconjurător într-un înalt grad, în toate țările puternic industrializate. Această situație îngrijorătoare a impus luarea unor măsuri severe pentru stăpînirea acțiunii reciproce dintre om și mediul înconjurător, în vederea protecției sănătății și a asigurării continuității vieții pe pămînt.

Protecția mediului înconjurător s-a transformat într-o problemă de actualitate internațională. Se organizează simpozioane la nivel mondial, se pun bazele unor institute speciale de cercetări și studii, se formează societăți noi și se impulsionează tipărirea de cărți, broșuri și periodice.

Lucrarea de față, editată de KAMMER DER TECHNIK, este al doilea caiet apărut în seria de broșuri „Tehnica și protecția mediului înconjurător și se ocupă cu sesizarea și influențele poluării aerului. Lucrarea strînge laolaltă referatele prezentate de diferiți autori la un colocviu organizat în 1971 la Erfurt (RDG) de către „Brennstofftechnische Gesellschaft", precum și alte contribuții ale specialiștilor pe aceeași temă.

Autorii celor 13 referate publicate în acest caiet abordează și dezvoltă numeroase aspecte în problemele legate de sursele primejdioase de poluare a mediului înconjurător, venind cu propuneri și soluții practice.

În referatul său Günter Herrmann analizează problemele controlului reciprocității dintre om și mediul înconjurător și trece în revistă evoluția în timp a raportului om-natură. Ca urmare a revoluției industriale, modul, volumul și ritmul transformării naturii au devenit probleme însuși ale existenței vieții. Se cere ca acțiunea reciprocă a omului și mediului înconjurător să fie ridicată pe o treaptă calitativă nouă, fără o limitare a dominației omului asupra naturii, însă cu respectarea conștientă a protecției unui mediu înconjurător sănătos și echilibrat.

Peter-Jürgen Gresser arată că protecția mediului înconjurător este o temă de înalt interes internațional pentru igiena și sănătatea socială, cu largi implicații în aprovizionarea cu apă, evacuarea apelor industriale uzate, a apelor și deșeurilor menajere, protecția și controlul infectării solului, controlul poluării aerului, igiena muncii și a locuințelor, protecția contra zgomotului, asigurarea locurilor de odihnă, de turism și de camping etc. În ultimii ani s-a produs o mișcare profundă a morbidității în special în țările cu industrie avansată. Caracteristicile îmbolnăvirilor cronice sînt complexe, iar cauzele numeroase ale acestora se atribuie factorilor mediului înconjurător. În R.D.G., ca și în alte, țări, deosebită atenție se acordă legislației privind igiena și sănătatea socială.

O sursă importantă de poluare a aerului o constituie termocentralele electrice, funcționînd cu lignit, care în R.D.G. asigură 85% din volumul energiei electrice produse. Dieter Kahl, Harald Gross și Klauss arată în referatul lor că în R.D.G. realizările privind combaterea emanațiunilor de $SO_2$ la termocentrale și cazanele mari de abur sînt foarte slabe, în schimb progrese mari s-au obținut la separarea prafului cu instalațiile de purificare electrostatică a gazelor de ardere. Această măsură a necesitat în cursul anilor investiții enorme.

Josef Sommer și Kraft Gressmann susțin că dintre toate fenomenele de coroziune cea mai mare importanță revine coroziunii atmosferice a materialelor metalice. De aceea volumul cheltuielilor pentru combaterea coroziunii atmosferice și a pagubelor primare și secundare sînt imense. Se estimează că în țările industrializate se cheltuiește din venitul național circa 1,25% pentru măsurile de combaterea coroziunii atmosferice. Se explică mecanismul deosebit de complex al fenomenelor de coroziune atmosferică a oțelurilor și se discută unele sisteme de protecție curentă.

Aspectele referitoare la existența în atmosferă a prafului în suspensie în diferite puncte pe teritoriul R.D.G. au fost analizate în referatul prezentat de Manfred Zier. Măsurătorile făcute de serviciile meteorologice de pe tot cuprinsul țării, începînd din 1964, au determinat concentrațiile de praf în atmosferă cu ajutorul filtrelor cu membrană și au constatat că aceasta variază între 27 și 162 g/m³. Concentrațiile cele mai ridicate s-au constatat în spațiul orașelor Dresda, Cottbus și Halle, iar. cele mai reduse pe coasta Mării Baltice În afara concentrației trebuie să se mai cunoască în plus și distribuția granulometrică, compoziția chimică, precum și proprietățile optice, electrice și morfologice ale prafului. Pentru protecția mediului înconjurător nu sînt necesare toate aceste caracteristici.

Tema contaminării alimentelor cu substanțele toxice, în special cu hidrocarburi, din mediul înconjurător producătoare de cancer a fost dezvoltată de Walter Fritz și Rudolf Engst. După datele deținute de Organizația Mondială a Sănătății, peste 3/4 din îmbolnăvirile de cancer sînt de natură exogenă și sînt puse în legătură cu alimentele contaminate cu substanțe cancerigene. Gradul de contaminare merge în paralel cu gradul de impurificare a solului cu conținutul acestuia în poliaromate, cu intensitatea circulației și, mai ales, cu creșterea emanațiilor industriale.

Magdalene Kertész-Saringer a raportat datele asupra cercetărilor impurificării atmosferei cu 3,4-benzpiren în Republica Populară Ungară.

Otto Auersch face o expunere interesantă asupra lucrărilor și studiilor stațiunii de încercări privind influența emanațiilor uzinei chimice Buna, de la Schkopa, a Combinatului VEB, asupra culturilor agricole și pomicole. În centrul preocupărilor stațiunii Schkopa au stat toate testele asupra culturilor sale de legume, fructe și plante ornamentale, pentru a constata modul de comportare a acestora și de adaptare la emanațiile uzinei, în special cele de $SO_2$ și Cl. Plantele pentru încercări sînt cultivate în stațiune și pentru studiul altor aspecte, printre care diagnoza și terapia pagubelor emanațiilor uzinei joacă un rol important. Testele fructelor și legumelor servesc și pentru studierea unor probleme fiziologice de alimentație, care apar indicate pentru a întări rezistența omului contra influenței emanațiilor.

Măsurătorile emanațiilor de $SO_2$ pentru determinarea procentajului de poluare cu care intervin termocentralele electrice funcționînd cu lignit, în zona montană din nordul Boemiei, au fost prezentate în lucrarea elaborată de Zdenek Stastny.

Studii similare și măsurători s-au făcut în perioada septembrie-noiembrie 1969 în zona de frontieră dintre R.D.G. și R.S.C, în Munții Boemiei, pentru a determina influența gazelor industriale și a prafului asupra vegetației. Desfășurarea acestor studii și rezultatele la care s-a ajuns au fost prezentate de Wolfgang Warmbt.

★

Materialele prezentate în lucrarea de față aduc o contribuție valoroasă la eforturile ce se fac astăzi în toate țările industrializate din lume pentru protecția mediului înconjurător.

# CRONICĂ

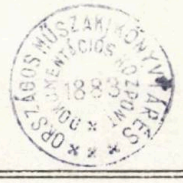
## Cel de-al doilea Congres al asociației europene de gaze de sondă lichefiate

În zilele de 3 și 4 mai a avut loc la Bruxelles cel de-al doilea Congres al Asociației europene de gaze de sondă lichefiate.

Această asociație, înființată în noiembrie 1968, este formată în prezent din reprezentanții a zece țări: Republica Federală Germania, Belgia, Spania, Franța, Marea Britanie, Grecia, Irlanda, Olanda și, din 1972, Austria. Scopul principal al acestei asociații este de a studia problemele din domeniul securității, normării și reglementării din această ramură. Ea poate adera la orice organizație internațională care se ocupă direct sau indirect de probleme legate de producerea, transportul sau folosirea gazelor de sondă lichefiate.

Acest congres a permis un schimb de vederi fructuos în toate domeniile. Au fost abordate diferite subiecte, ca: dezvoltarea tehnică a aparatelor casnice care folosesc astfel de gaze, folosirea butanului în industrie, problema securității în folosirea gazelor naturale lichefiate, utilizarea gazelor de sondă lichefiate drept carburanți.

Organizație tehnică, Asociația europeană a gazelor de sondă lichefiate grupează societățile reprezentative de distribuție a gazelor lichefiate în țările membre. Activitatea acestor societăți reunite se poate traduce prin 8 mil. t numai pentru vînzările directe (exclusiv uzinele și petrochimia) așa cum rezultă din cifrele realizate în anul 1971: Republica Federală Germania — 898 613 t, Austria — 60 000 t, Belgia — 510 000 t, Spania — 1 511 676 t, Franța — 2 013 351 t, Marea Britanie — 753 000 t, Grecia — 127 647 t, Irlanda — 63 000 t, Italia — 1 770 000 t, Olanda — 250 000 t.

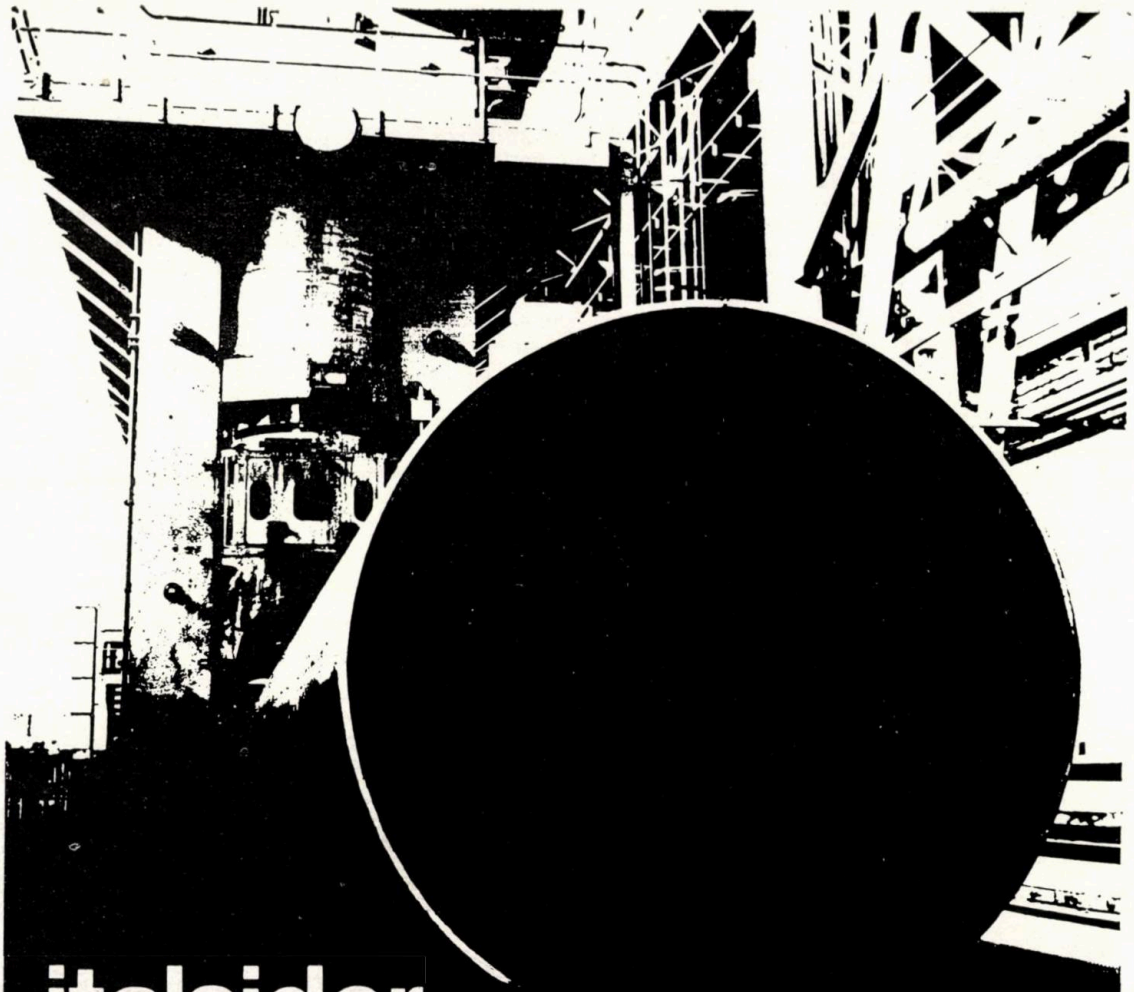


Revista PETROL și GAZE. Redacția: București, Calea Plevnei, 139, telefon 49.22.80 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. telefon 49.22.80 Calea Plevnei 139 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Pretul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I.P.I. c. 3047

14 330

PUBLICOM



# italsider taranto

Italsider produce țevi cu dimensiunile cele mai mari cunoscute în lume. Țevile produse la Taranto sînt confecționate prin sudură automată, prin procedeul cu arc dublu protejat. Oțelurile folosite corespund, potrivit standardelor API, mărcilor 5 LX pînă la X 65, sau chiar mai bune, produsele fiind renumite în întreaga lume pentru înalta lor calitate. Țevile sudate longitudinal se execută la diametre de 456 pînă la 1320 mm, iar cele sudate spiral la diametre de 300 pînă la 2540 mm; ambele tipuri se confecționează la grosimi începînd cu 2,54 mm și la lungimi cuprinse între 12 și 18 m.

italsider
finsider group

**Siderexport**
via XII ottobre 2 - 16121 Genova Italia
telephone 5494 - telex 27202 Siderexp

edited by ITALSIDER P. R. dept.

# COMBINATUL CHIMIC CRAIOVA

## produce:

OXIGEN TEHNIC

tip 99 min. 99% vol. oxigen
tip 98 min. 98% vol. oxigen
tip 97 min. 97% vol. oxigen

AZOT COMPRIMAT:

calitatea I — min. 99,8% vol. azot
calitatea II — min. 97,5% vol. azot

AZOTAT DE AMONIU:

îngrăşământ agricol granulat, conţinut
în azot: min. 34,5%
umiditate max. 1%

AMONIAC TEHNIC:

calitatea I — min. 99,8% amoniac
calitatea II — min. 99,6% amoniac

UREE GRANULATĂ ÎNGRĂŞĂMÎNT:

tip I — min. 46,2% azot

UREE FURAJERĂ:

tip II — min. 46% azot

UREE TEHNICĂ:

tip III — min. 46,2% azot

NITROCALCAR 28% azot

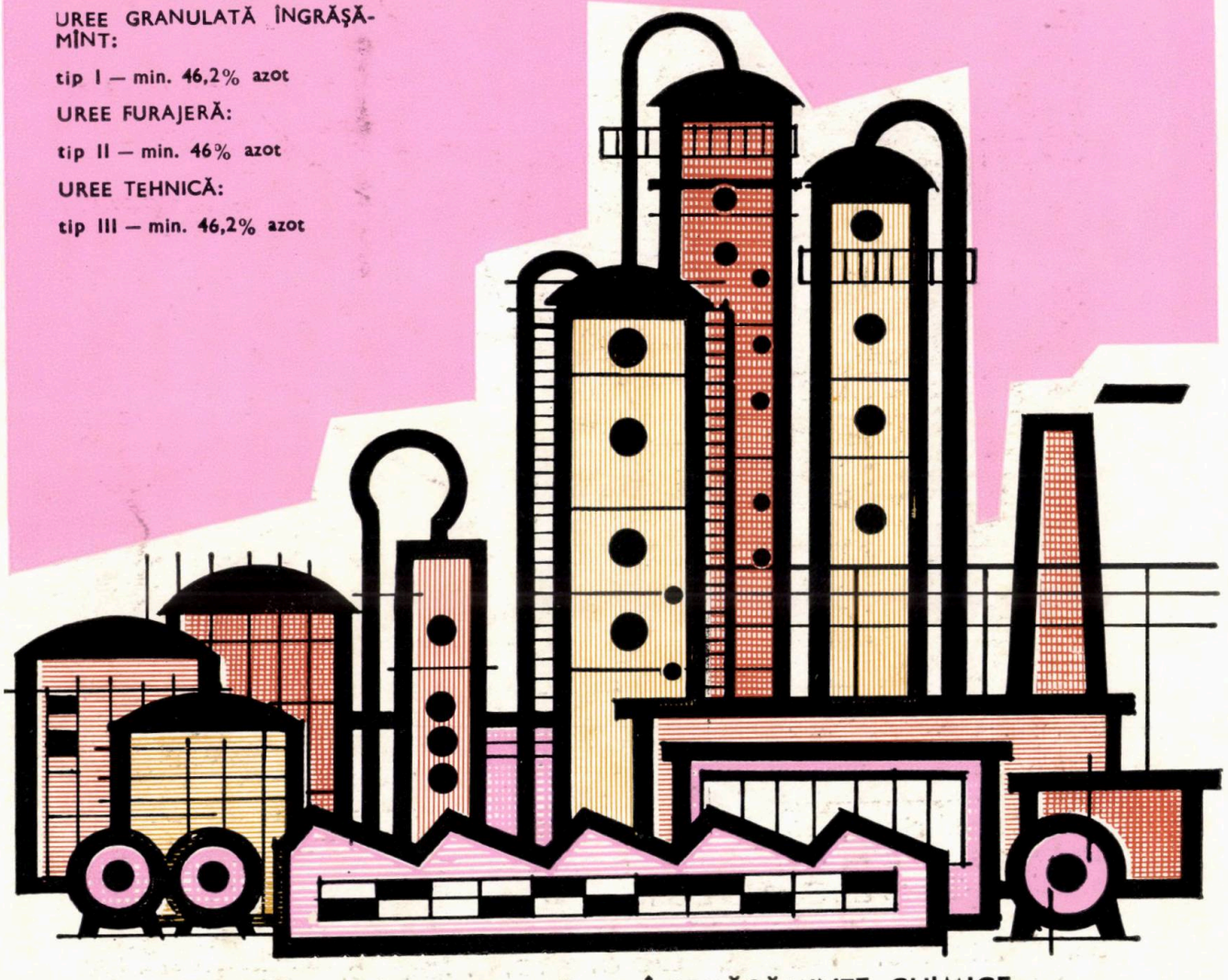
CATALIZATOR pentru sinteza amoniacului pe bază de fier cu adaosuri de promotori: $Al_2O_3$, $K_2O$, $CaO$ şi $SiO_2$

CATALIZATOR pentru conversia oxidului de carbon pe bază de fier promotat cu oxid de crom

CATALIZATOR pentru conversia metanului pe bază de nichel pe suport de alumină

CATALIZATOR DE ZINC pe cărbune activ pentru sinteza acetatului de vinil

BUTANOL min 95%
ACID ACETIC 98,5%
POLIACETAT DE VINIL
ACID NICOTINIC ZOOTEHNIC ŞI FARMACEUTIC



CENTRALA INDUSTRIALĂ DE ÎNGRĂŞĂMINTE CHIMICE

Comuna Işalniţa, Municipiul Craiova

# IMPEXMIN

ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

Bucureşti ROMANIA
Str C A Rosetti nr. 13
tel 12 62 18
12 62 71 telex 5BE

1973 SEPT 9

Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.

EIHHS

# PETROL ȘI GAZE

SEPTEMBRIE 9 1973
Vol. 24, p. 513 — 584
BUCUREȘTI — ROMÂNIA

## PETROLUL ȘI DIAPIRISMUL ÎN ROMANIA

# Pour tous travaux miniers et géologiques s'adresser à

# geomin

ENTREPRISE D'ÉTAT DE COMMERCE EXTÉRIEUR
PIAŢA SCÎNTEII 1 ● BUCAREST — ROUMANIE ● TÉLÉPHONE: 17.60.10 ● TELEX: 01 12 63.

GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerals par la livraison d'installations complétes, avec la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.

Des instituts spécialisés et un personnel hautement qualifié assurent l'exécution de:

— prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et dans des installations pilote:

— études de faisabilité pour différents types de gisements;

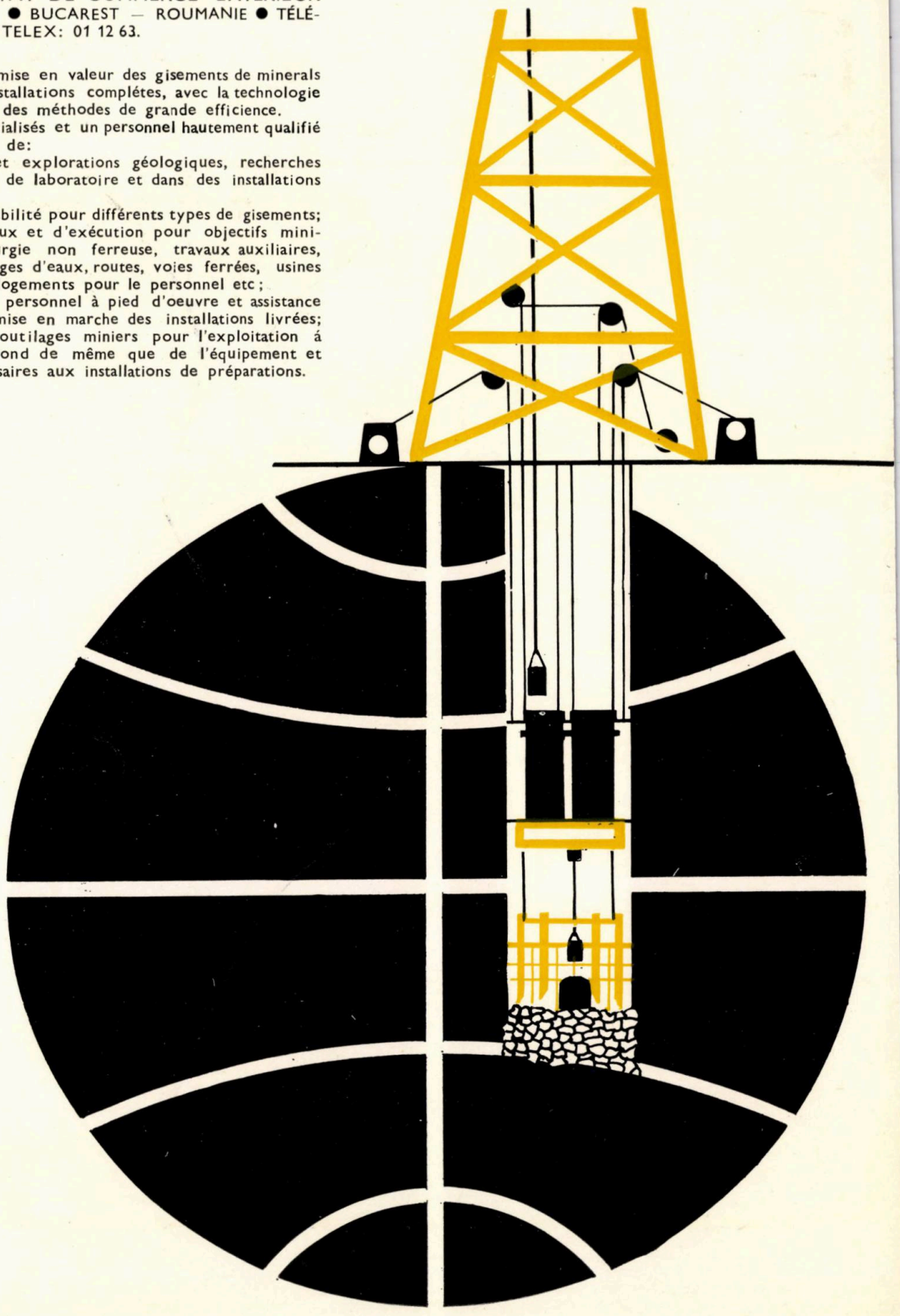
— projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers et de métallurgie non ferreuse, travaux auxiliaires, aménagements, captages d'eaux, routes, voies ferrées, usines électriques dépôts, logements pour le personnel etc;

— instruction du personnel à pied d'oeuvre et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;

— livraison des outilages miniers pour l'exploitation á ciel ouvert ou au fond de même que de l'équipement et des maschines nécessaires aux installations de préparations.

GEOMIN offre aussi pour extraction de pétrole:

— études de synthèse pour évaluer les gisements de pétrole et de gaz
— programmes d'exploration
— prospections géologiques
— prospections géophysiques
— forage structural
— forage de puits d'exploration et d'exploitation
— projets, livraison et construction d'utilités instalations annexes (conduits, réservoirs etc.).



# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE - BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE - CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 9
septembrie 1973


## CUPRINS


D. Paraschiv: **Petrolul şi diapirismul în România** 523—524

Gr. Popescu, D. Ciupagea, C. Georgescu, N. Balteş şi C. Motaş: **Privire de ansamblu asupra geologiei formaţiunilor salifere din România** 525—532

I. Pătruţ, D. Paraschiv şi O. Dicea: **Consideraţii asupra modului de formare a structurilor diapire din România** 533—542

S. Anton: **Condiţiile de geneză a hidrocarburilor din Pliocenul subcarpatic al Munteniei** 543—549

E. Hristescu şi Gh. Olteanu: **Rolul diapirismului în formarea şi distribuţia hidrocarburilor în zona mio-pliocenă** 550—558

D. Paraschiv, Gh. Olteanu, C. Sîrbu şi S. Pauliuc: **Structura Moreni — Băicoi. Cută diapiră productivă reprezentativă în zona mio-pliocenă** 559—569

O. Dicea şi I. Popescu: **Eficienţa metodelor geofizice în cercetarea structurilor diapire din avanfosa Carpaţilor din România.** 570—577

**Documentare** 578—581

**Informaţii tehnico-economice** 581—582

Țevi și conducte sudate și fără cusătură pentru toate scopuri industriale și civile

# Dalmine

sînt exportate prin siderexport

finsider group

PUBLICOM

# CONTENTS

Gr. Popescu, D. Ciupagea, C. Georgescu, N. Balteş, C. Motaş: **A General View on the Geology of Saliferous Formations in Romania**

Excepting the sporadic presence of salt in the medium Triassic in the Moesic Platform, there are two important levels of saline deposits on the territory of Romania, namely a lower one, of Burdigalian age (at the Miocene basis) developed in the Carpathian Foredeep and an upper one, in the Tortonian, developed both in the Carpathian Foredeep and in the Transylvanian Depression and Maramureş. In the Carpathian Foredeep, the first saliferous level is followed by the deposits of lower molasse and the second, by the upper molasse (Sarmato-Pliocene).
The lithological complex of the lower saliferous formations is formed by rock salt, gypsums and breccia and clay deposits with blocks of an essentially sedimentary nature. These are deposits resulted from the destruction of the initial sediments as a consequence of submarine slides and their chaotic resedimentation. They comprise older rocks provenient from paleogenous substratum and from the emersed areas of the vorland (green schists) and of the central Carpathian anticlinorium The salt is forming wedges and massive diapyrous bodies.
The upper saliferous formation also comprises thick deposits of sedimentary breccia particularly developed in the Foredeep. These are prevailingly formed of soft, allochtonous elements resulting by crumbling from higher areas represented by the Cretaceaus, the Paleogene or the Lower Miocene deposits, which borded the saline concentration depressions. In the Transylvanian Depression, the rock salt forms a quasicontinuous cover, followed by marly-clayey deposits. The breccia facies occurs only on the northern border of the depression.
For the dating and stratigraphic correlation of the saliferous deposits in the Carpathian Foredeep, rather difficult in view of the conditions of the exaggerated diastrophism and salt diapyrism, as well as of macrofossil absence, there have been successfully used the criteria offered by microfauna studies and, more recently by the phytoplancton.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 525
D.C. 553.631

D. Pătruţ, D. Paraschiv, O. Dicea: **Some Considerations concerning the Formation Way of Diapyrous Structures in Romania**

Disposed with the inner flank on the folded Carpathian substratum and with the outer one on the quasihorizontal platforms the Carpathian Foredeep has known in its Miopliocene evolution two moments in which salt deposits took place : one in the Lower Miocene (Burdigalian) and the other in the Upper Miocene (Lower Tortonian).
The burdigalian salt has generated many structures by agglomeration and total or partial penetration of the roof formations along the old anticlinales or of reactivated and oriented disjunctive accidents, generally on the Carpathian trend.
The salt movement has been initiated by the tectonic instability of its substratum and the diferent thicknem of the Miocene molasse. The evolution of diapyrism has been substantially influenced by tangential movements. The anticlinal structures with salt cores have been uplifted and deeply eroded in the Upper Miocene and then burried in the Pliocene under which the salt remained sometimes as such. In other cases, along the old structural lines in the area with Carpathian substratum of the Foredeep, the lower salt has been involved in the Wallachian foldings, compressed and often expelled at the surface or driven with lubricating rôle in overthrustings.
The Tortonian lower salt accumulated as massifs in the lower Sarmatian and Pliocene, but probably only in the zone with platformic substratum of the foredeep. The movement of the salt has been initiated by the same tectonic instability and the flowing took also place under the action of archimedic forces. In the zone with Carpathian substratum, the upper salt seems to have been unactive in the Miocene (cover of reduced thickness), but in the Pliocene, under the action of Wallachian foldings, it agglomerated in various ways being someplaces expelled or driven in unthrustings, along some old faults East of the Teleajen Valley.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 533
D.C. 551.782.2

S. Anton: **The Genesis Conditions of the Hydrocarbons in the Subcarpatian Pliocene of Wallachia**

The physical, chemical and biological factors which contributed to the hydrocarbon formation in the Subcarpathian Pliocene of Wallachia are presented, following on one side the relation between the paleogeographical medium and sedimentation and on the other side between the diagenesis of the sediments and the bituminization of the organic matter.
The paleogeographic conditions are characterized by the varied relief of the sedimentary basin, by brakish waters alternating with fresh waters, more or less oxigenated, temperate and humid climate of the Atlantic type and an ecology of mixed temperate-mediterranean-subtropical regime.
The Pliocene sedimentation of the molasse type, prevailingly detritic terrigenous is formed of rythmical psamitic-pelitic successions with psefitic intercalations in the littoral zones and high pelitic ratios in the deep zones of the basin. In these successions one meets deposits with high organic matter contents and autigenous minerals with $Fe^{2+}$ (pyrite, leptochlorites, siderite and glauconite) specific to hydrocarbon-generating rocks.
The analysis of the organic matter extracts in these deposits generally reveals contents of over 50% resins and asphaltenes in most of the samples in the Pontian, Dacian and Levantine floors and below 50% in the Meotian samples, the higher values in this case being due to the higher sedimentary zones or to the hypergenic agents.
The study of paleographic, sedimentation and diagenesis conditions revealed that the Pliocene hydrocarbons are autochtonous and that these present different compositions as a function of the temperature reached by the sediments during the maximum burrying produced by subsidence and folding movements.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 543
D.C. 551.782.2

E. Hristescu, Gh. Olteanu: **The Role of Diapyrism in the Formation and Distribution of Hydrocarbons in the Miopliocene Zone**

The Miopliocene zone contains the richest hydrocarbon deposits in the Pliocene, on diapyrous structures with salt cores in the axle. The typical diapyres are developed between the Cricovul Sărat and the Dîmboviţa Valleys.
It is now admitted that the hydrocarbons in the Pliocene originated in the Carpatic Foredeep and that they start moving towards the northern flank, where the traps were already formed due to salt ascension before the end of the Levantine.
After the idea that the crude oil in the Pliocene deposits situated in the traps produced by salt ascension is primary was set forth and consolidated, the role of vertical migration in the formation of hydrocarbon accumulations has been taken over by lateral migration.
The distribution of fluids in the deposits took place according to Gussov's hypothesis.
The salt being active and in process of ascension during the Pliocene, the hydrocarbon accumulation occurred simultaneously with the increase in diapyre height, a fact which stimulated the lateral migration and polarised the migration direction towards the highest traps.
In conclusion, the connexion between the diapyres and the hydrocarbon deposits is of a purely mechanical nature in the meaning that the salt cores contributed to the formation of the traps, on one hand by the creation of folded or not anticlinals and, on the other hand, of screens along the salt walls.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 550
D.C. 551.782.2

D. Paraschiv, Gh. Olteanu, C. Sîrbu, S. Pauliuc: **The Moreni — Băicoi Diapyre as a Representative Productive Anticlinal in the Miopliocene Zone**

Situated in the median part of the miopliocene zone, the diapyrous synclinal Moreni — Băicoi represents one of the biggest and most representative oil structures in Romania.
In its presently known form, the Moreni—Băicoi anticlinal has been formed in the Neogen and especially at the end of Pliocene, when the miopliocene molasse with evaporites, under the influence of tangential forces and isostasy has been folded, deformed and partially or totally penetrated by the plastic salt. The diapyrism has been favoured and directed by the major longitudinal fault affecting the structure.
The hydrocarbons are localised in proportion of 99% in the Meotian and the Dacian and only 1% in the Helvetian and the Sarmatian. The main traps are of the vaulted structural type. The stratigraphic traps situated under the discordance plane of the Meotian are of reduced importance.
The crude oil from the Meotian is paraffinous, and that of the Dacian is naphtenic, a fact which suggests a different origin. In the Sarmatian and the Helvetian, the paraffinous crude oil prevails, this being an indication that it migrated from the Meotian, impregnating the miocene strata below the discordance surface.
The accumulation of the important volume of hydrocarbons within the Moreni — Băicoi anticlinal is due to a thick succession of pelites and psamites, respectively source rocks and rezervoir rocks, to the big size of the structure, to the sinsedimentary deformation of the deposits and the maintenance of a constantly higher position of the structure as compared to the neighbouring regions. The covering of the anticlinal by recent deposits has assured the conservation conditions even for the Dacian and Levantine accumulations.
The diapyrism has contributed to the formation of some gigantic accumulations of hydrocarbons by the sinsedimentary vaulting of the pliocene deposits, making out of this structure an appeal zone for the hydrocarbons throughout the Pliocene. The diapyrous salt also had a screen rôle for the rezervoir strata on the flanks which are cazed by the axial saliferous wall.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 559
D.C. 551.782.2

O. Dicea, I. Popescu: **The Effectiveness of Geophysical Methods in Investigating the Diapyrous Structures in the Foredeep of Romanian Carpathians**

The aim of the paper is to present the possibilities of geophysical methods in investigating the diapyrous structures in the Foredeep of the Carpathians in Romania.
The efficiency of the geophysical methods depends on the physical and geological conditions in which they have to be applied, namely the value and depth of the magnetization contrast, respectively the density of the disturbing bodies as against the surrounding medium in the case of magnetometry and gravimetry, the existence in the subsoil of some electrical reference horizons in the case of electrometry and some acoustic conductibility contrasts between the different geological formations in the case of seismometry.
From examining the geophysical materials, the conclusion is reached that the magnetometry and the gravimetry proved effective in investigating the salt massifs, especially in the case of these having sufficient thickness and comparatively small depths. The results could be interpreted conclusively enough, especially when the two methods have been applied in a coupled way.
Electrometry gave good results in the area westwards from Ploieşti, characterised by working conditions close to the theoretical ones, respectively the presence of a reference horizon made of Pontian marls.
Seismometry has been helpful particularly in the positioning of the diapyrous structures. By precisely determining the synclines and the flanks of the surveys, the position of structure axes could be established fairly well. The lack of the reflecting horizons in the axe zone of the diapyres is due to a lack of physical horizons as a result of their tectonization. In the classical zone of diapyres the seismics was not effective in establishing the ratios between the salt body and the other geological formations.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 570
D.C. 553.631:550.34

• • •

# СОДЕРЖАНИЕ

Гр. Попеску, Д. Чупаджа, К. Джеорджеску, Н. Балтеш, К. Моташ: **Общий взгляд по геологии соленосных формаций в Румынии**

За исключением спорадического наличия соли в среднем триасе из Мезийской платформы, на территории Румынии имеются два главных яруса солевых отложений, один нижний, бурдигалианового возраста (на основе миоцена) развитый в карпасткой аванфоссе и другой, верхний, в тортониане, развитый в карпатской аванфоссе, в трансильванской депрессии а также в Марамуреше. В карпатской аванфоссе, за первым соленосным ярусом следую отложения нижней молассы, а за вторым отложения верхней молассы (сармато-плиоценовая).
Литологический комплекс нижних соленосных формаций состоит из каменной соли, гипса, отложения брекчий и глин с глыбами наносного происхождения. Они являются отложениями полученными в результате разрушения первичных отложений в следствии подводных скольжений и их хаотического переосаждения. Они вмещаютсяо более старые породы происходящие из палеогенного субстрата и всплывающих участков форланда (зеленые сланцы) и центрального карпатского антиклинория. Соль образует пластины и массивные диапировые корпуса.
Верхняя соленосная формация содержит также большие отложения наносных брекчий развитых в особенности в аванфоссе. Они состоят главным образом из аллохтонных мягких элементов которые произошли из обвалов почвы из мела, палеогена или нижнего миоцена, которые ограничивали депрессии с солянной концентрацией. В Трансильванской депрессии каменная соль образует почти неразрывный пласт, за которым следуют глинисто-мергелевые отложения. Фация брекчий появляется только на северном бордюре депрессии.
Для стратиграфического датирования и корреляций соленосных формаций из карпатской аванфоссы, весьма трудной из-за чрезмерного диастрофизма и диапиризма соли, а также и отсутствия макроископаемых, использовали с успехом критеррии, предложенные изучениями по микрофауне, а позднее фитопланктон.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr., 9, p. 525
Д.К. 553.631

И. Пэтруц, Д. Параскив, О. Дича: **Соображения относительно способа образования диапировых структур в Румынии**

Расположенная внутренним фланком на карпатском складчатом субстрате, а внешним на почти горизонтальных платформах, карпатская аванфосса отметила в её миоплиоценовой эволюции, два момента в которых имели место соляные отложения: одно в нижнем миоцене (бурдигалиан) и другое в верхнем миоцене (нижний тортон).

Бурдигалиановая соль образовала множество структур, путем скопления и общим или частичным пробиванием формаций кровли, вдоль старых антиклиналей или разъединительных нарушений реактивированных и ориентированных, в общем, в карпатском направлении. Начало движения соли происходило из-за тектонической неустойчивости её супорта, в объединении с неравномерным по толщине скоплении миоценовой моляссы. На эволюцию диапиризма повлияли существенно и касательные движения. Антиклинальные структуры с соляным ядром приросли к суше и глубоко размыты в верхнем миоцене и потом закопаны в плиоцене, под которым соль иногда сохранилась как таковая. Некогда, вдоль старых структуральных линий в зоне с карпатским субстратом аванфоссы, нижняя соль внедрялась в валахские складки, была сжата и часто изгнана на поверхнсоть или вовлечена в качестве смазки, в нагромождениях.

Нижне-тортоновая соль нагромоздилась в виде массивов в сармате и в нижнем плиоцене, но возможно только в зоне с платформным субстратом аванфоссы. Движение соли началось тоже от тектонической неустойчивости, а её течение, под влиянием архимедовых сил. В зоне с карпатским субстратом, кажется что высшая соль не была активной в миоцене (кровля малой тольщины), а в плиоцене, под влиянием валахских складок, она скопилась различными способами, и была удалена или увлечена в нагромождения, вдоль ряда старых сбросов, к востоку от долины Теляжен.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 533
Д.К. 551.782 1

С. Антон: **Условия генезиса углеводоров из подкарпатского плиоцена Мунтении**

Приводятся физико-химические и биологические факторы которые содействовали образованию углеводородов в подкарпатском плиоцене Мунтении, с наблюдением с одной стороны отношения между палеографической средой и отложением, с другой стороны между диагенезисом отложений и битуминированием органической материи.
Палеогеографические условия характеризуются разновидностью рельефа осадочного бассейна, солоноватыми водами чередующимися с пресными водами, более или менее окисленными, умеренным и влажным климатом атлантического типа и экологией смешанного режима умеренный-среднеморской подтропический.

Плеоценовое осаждение типа молассы преобладающе детритовая теригенная, образована из ритмических псамитически-пелитических последовательностей с псефитическими включениями в береговых зонах и большими пелитически рациями в глубоких зонах бассейна. В этих последовательностях встречаются отложения с повышенным содержанием органической материи и автогенных минералов $e^2$ (серный колчедан, лептохлориты, сидерит и глауконит) специфичных породам порождающим углеводороды

Анализ экстрактов органической материи из этих отложений указывает вообще, содержания более 50 % смол и асфальтен у большинства проб из понтического, дакийского и левантинского ярусов и менее 50 % у проб из меоциана, более высокие величины в этом случае обязаны более высоким зонам осаждения или гипергенным агентам. Из изучения палеогеографических условий, по осаждению и диагенезиса следует что углеводороды из плиоцена являются коренными и они представляют различные композиции в зависимости от температуры до которой дошли отложения во время максимального закапывания произведенного вспомогательными движениями и складчатостью.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9 p. 543
Д.К. 551.782.2

Я. Христеску, Г. Олтяну: **Роль диапиризма в образовании и распределении углеводородов в мио-плиоценовой зоне**

Мио-плиоценовая зона одержаит самые богатые залежи углеводородов в плиоцене, на диапировых структурах, с ядром соли в оси. Типичные диапиры развиваются между Валя Криковулуй Сэрат и Валя Дымбовицей.
В настоящее время допускают, что углеводороды из плиоцена взяли свое начало в карпатской аванфоссе и пустились в движение к северному фланку, где ловушки были уже образованы благодаря подъёму соли, прежде окончания леванта.
После того как высказали и укрепили идею, что нефть из плиоценовых залежей находящаяся в ловушках вызванных подъемом соли является первичной нефтью, роль вертикальной миграции в образовании накоплений углеводородов была перенята боковой миграцией.
Распределение флюидов в залежах было сделано согласно гипотезу Гуссова.
Учитывая что соль является активной и начинает подниматься во время плиоцена, скопление углеводородов проходило одновременно с ростом высоты диапиров, что стимулировало боковую миграцию и поляризовало миграционное направление к наиболее высоким ловушкам.
В заключение, связь между диапирами и залежами углеводородов является чисто механической в том смысле, что ядросоли воздействовало на образование ловушек, с одной стороны посредством образования сброшенных антиклиналей или нет а с другой стороны образование экранов вдоль стен соли.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 550
Д.К. 551.782.2

Д. Параскив, Г. Олтяну, К., Сырбу, С. Паулюк: **Структура Морень Бэйкой продуктивная показа тельная диапировая складка в мио-плиоценовой зоне**

Расположенный в средней части мио-плиоценовой зоны, диапировый антиклиналь Морень-Бэйкой представляет одну из самых больших и показательных нефтяных структур в Румынии.
В форме известной в настоящее время, антиклиналь Морень-Бэйкой возник в неогене ив особенности в конце плиоцена когда мио-плиоценовая моласса с эвапоритами, под влиянием касательных сил и изостазии получила складчатость, деформировалась и частично или полностью была пробита пластической солью. Диапиризм был сохранен и направлен продольным главным сбросом который определил структуру.
Углеводороды локализированы в пропорции 99 % в меоциапе и в дакийском периодах и только 1 % в гельветском и в сарматском ярусах. Главные ловушки имеют тип сводчатой структуры. Стратиграфические ловушки, расположенные под планом несогласности меоциана имеют небольшое значение.
Нефть из меоциана имеет парафиновое основание, а из дакийского яруса нафтеновое основание, что указывает на различное происхождение. В сармате и в гелвете преобладает нефть парафинового основания, показывая что она мигрировала из меоциана пропитывая концы миоценовых слоев на поверхности несогласности.
Накопление значительного объема углеводородов на протяжении антиклиналя Морень-Бэйкой является результатом последовательности пелитов и псамитов, т.е. генетических коллекторных пород, большим размером структур, синседиментарным деформациям отложений и постоянному сохранению более высокой позиции структуры по сравнению с соседними областями, покрытие антиклиналя недавними отложениями, что означает существование ряда условий по сохранению даже для накоплений из дакийского и левантинского ярусов.
Диапиризм способствовал достижению гигантских накоплений углеводородов путем синседиментарной сводчатой структуре плиоценовых отложений, делая из этой структуры позывную зону для углеводородов на всем продолжений плиценового периода. Диапировая соль также играла роль экрана для пластов-коллекторов из фланков которые опираются на осевой соленосной стене.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 559
Д.К. 551.781.1

О. Дича, И. Попеску: **Эффективность геофизических методов при исследовании диапировых структур из аванфоссы карпатов в Румынии**

Настоящая работа имеет целью представить возможности геофизических методов в выявлении диапировых структур из аванфоссы Карпат из Румынии.
Эффективность геофизических методов зависит от физико-геологических условий в которых они должны применятся, а именно, величина и глубина контраста намагничивания, соотвественно от плотности мешающих тел по отношению к окружающей среде, в случае магнетометрии и гравиметрии, от наличия в недрах ряда электрических ориентировочных горизонтов, в случае электрометрии и ряда контрастов по акустической проводимости между различными геологическими формациями, в случае сейсмометрии.
Из рассмотрения геофизических материалов выявляется заключение, что магнетометрия и гравиметрия оказались эффективными в исследовании соляных массивов, в особенности в случае когда они имели достаточную толщину и относительно малую глубину . Результаты можно было интерпретировать давольно убедительно, в особенности тогда когда оба метода применялись в паре.
Электрометрия дала хорошие результаты в западной зоне Плоиешть, которая характеризуется результатами близкими к теоретическим т.е. наличие ориентировочного горизонта состоящего из понтических мергелей.
Сейсмометрия принесла свой взнос, в особенности в виде позиционирования диапировых структур. Определяя с точностью синклиналь и фланки поднятий, смогли установить давольно точно позицию оси структур.
Отсутствие отражающих горизонтов в осевой зоне диапиров объясняется отсутствием физических горизонтов в результате их тектонизирования.
В классической зоне диапиров, сейсмика не оказалась эффективной в выявлении отношений между соляным корпусом и другими геологическими формациями.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 570
Д.К. 553.631:550.34

• • •

# INHALT

Gr. Popescu, D. Ciupagea, C. Georgescu, N. Baltes, C. Motaş: **Allgemeiner überblick über die Geologie der Salzgebirge in Rumänien**

Sieht man den vereinzelten Salzvorkommen im Mittleren Trias der Moesischen Plattform ab, bestehen auf dem Gebiet Rumäniens zwei bedeutende Aufsatzhöhen von Salzvorkommen, eine untere Schicht, aus dem Burdigalium (unterhalb des Miozäns) die sich im Vorland der Karpaten entwickelt hat und eine obere Schicht im Torton, die sich sowohl im Vorland der Karpaten als auch in der Transsilvanischen Depression und im Maramureş-Gebiet entwickelt hat. Im Karpatenvorland gehen der ersten Ansatzhöhe der Salzvorkommen die Lagerstätten der unteren Molasse und der zweitten, die obere Molasse (Sarmat-Pliozän) voraus.
Der lithologische Komplex der unteren Salzablagerung ist aus Steinsalz, Gips, Brekzie -und Tonschichten, mit Blöcken aus Sedimentgestein gebildet. Diese Lagerstätten entstanden durch den Bruch der ursprünglichen Ablagerungen infolge unterseeischer Erdrutsche und deren chaotische Wiederabsetzung. Sie umfassen ältere Gesteine aus der paläogenen Unterschicht der aufgetauchten Gebiete des Vorlandes (Grünschiefer) und der zentralen Karpatenantiklinale. Das Salz bildet Zungen und massive diaphyre Körper. Die obere Salzformation umfasst ebenfalls bedeutende Brekziesvorkommen mit einer ausgeprägten Sedimentation im Vorland. Vorherrschend sind weichere allochtone Elemente, die aus den gehobenen Bodenabschnitten abgesackt sind. Sie sind durch die Kreide, das Paläogen oder das Untere Miozän vertreten, die die Depressionen der Salzkonzentration abgrenzten. In der Transsilvanischen Depression bildet das Steinsalz eine quasikontinuierliche Schicht, abgelöst von Mergel-und Tonvorkommen. Brekzienfazies erscheinen nur am Nordrand der Depression.
Zur Datierung und stratigraphischen Korrelation der Salzvorkommen im Vorland der Karpaten, ein verhältnismässig schwieriges Unterfangen infolge des übermässigen Diastrophismus und Diapyrismus des Salzes sowie des Fehlens von Mikrofossilien, wurden erfolgreich die Kriterien angewandt, die das Studium der Mikrofauna, und seit kurzem des Phytoplanktons bietet.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 525
D.K. 553.631

I. Pătruţ, D. Paraschiv, O. Dicea : **Erwägungen in bezug auf die Bildungsweise der Diapyrstrukturen in Rumänien**

Das Karpatenvorland, an der Innenflanke, auf der karpatischen gefalteten Auflagerung und der Aussenflanke auf den quasihorizontalen Plattformen gelegen, verzeichnete in seiner miopliozänen Entwicklung zwei Momente der Salzablagerung: zunächst im Unteren Miozän (Burdigalium) und sodann im Oberen Miozän (dem Unteren Torton).
Das Burdigal-Salz bildete zahlreiche Strukturen durch Ballung und gänzlichen oder teilweisen Durchbruch des Deckgebriges, entlang der älteren Antiklinalen oder durch reaktivierte, disjunktive Schichtverschiebungen, die im allgemeinen in Richtung der Karpaten verlaufen. Die Bewegung des Salzes wurde durch die tektonische Unstabilität der Auflagerungsschicht, gepaart mit einer ungleichmässigen Ballungsdicke der miozänen Molasse bewirkt. Die Entwicklung des Diaphyrismus wurde wesentlich durch Tangentialbewegungen beeinflusst. Die Antiklinalstrukturen mit Salzeinbruch wurden im Oberen Miozän entlastet und strak errodiert und in Pliozän verschüttet, wonach das Salz sich in der gleichen Form bewahrt hat. In anderen Fällen wurde, entlang der alten Strukturlinien in der Zone mit karpatischer Auflagerung des Vorlandes, die untere Salzschicht in die walachische Faltung miteinbezogen, verdichtet und oft an die Oberfläche gedrückt oder, als Gleitschicht bei Überlagerungen mitgerissen.
Das Salz des Unteren Torton wurde in Form von Gebirgen zusammengeballt. Der Prozess erfolgte im Sarmat und Unteren Pliozän, doch wahrscheinlich nur an der Auflagerungsplattform des Vorlandes. Die Bewegung des Salzes war durch die gleiche tektonische Unstabilität ausgelöst und das Abfliessen fand unter den gleichen archimedischen Kräften statt. In der Zone mit karpatischer Auflagerung scheint die obere Salzschicht im Miozän inaktiv zu sein (die Schichten weisen geringe Dicken auf), doch hat es sich im Pliozän, unter dem Einfluss der walachischen Faltung in verschiedenen Formen geballt. Während der Überlagerungsbewegungen wurde es herausgedrückt oder mitgerissen und zwar entlang der älteren Verwerfungen im Tal des Teleajen-Flusses.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 535
D.K. 551.782.2

S. Anton: **Entstehungsbedingungen der Kohlenwasserstoffe im vorkarpatischen Pliozän der Muntenia**

Es werden die physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren dargelegt, die zur Entstehung der Kohlenwasserstoffe im Pliozän der Vorkarpaten der Muntenia beigetragen haben. Einerseits wurde die Beziehung zwischen dem paleographischen Medium und der Ablagerung und andererseits zwischen der Diagenesis der Ablagerungen und der Bituminierung der organischen Materie verfolgt.
Die paleographischen Bedingungen sind durch die verschiedenartige Bodengestalt des Ablagerungsbeckens, durch abwechselndes Brack-und Süsswasser, mit höherem oder geringerem Sauerstoffgehalt, durch gemässigtes und feuchtes atlantisches Klima und einer gemischten, gemässigt-mittelländischen und vortropische Ekologie kennzeichnet.
Die pliozäne, molassenartige Ablagerung, von vorwiegen detritischen terigänen Typs, ist durch eine rhythmische, psammitsch-pellitische Aufeinanderfolge mit psephitischen Einlagerungen in den Randgebieten und grossen pellitischen Ballungen in den tiefen Zonen des Beckens gebildet. In dieser Aufeinaderfolge sind Lagerstätten mit erhöhtem Anteil an organischer Substanz und autogenenen Mineralien mit $Fe^{2+}$ (Pyrit, Leptochlorit, Siderit, Glaukonit) anzutreffen, die dem Bildungsgestein der Kohlenwasserstoffe eigen sind.
Die Analyse der Proben organischer Stoffe aus diesen Lagerstätten weist im allgemeinen einen Gehalt von über 50% Harzen und Asphalten beim Grossteil der Proben aus den pontischen, dazitischen und levantischen Schichten und unter 50% bei Proben aus dem Meotian auf. Die in diesem Fall grösseren Werte sind den höher gelegenen Absetzungszonen oder hypergenen Faktoren zuzuschreiben.
Aus der Untersuchung der paläographischen Sedimentations-und Diagenesebedingungen geht hervor, dass im Pliozän die Kohlenwasserstoffe autochtoner Natur sind, und dass diese unterschiedliche Zusammensetzungen im Verhältnis zur Temperatur der Absetzungen während der maximalen Verschüttung durch Absinkungs-und Faltungsbewegungen aufweisen.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 543
D.K. 551.782.2

E. Hristescu, Gh. Olteanu: **Rolle des Dipyrismus bei der Bildung und Verteilung der Kohlenwasserstoffe im Mio-Pliozängebiet**

Das Mio-Pliozängebiet umfasst die rechsten Kohlenwasserstoffvorkommen des Pliozäns, in diapyren Strukturen mit axial gelagerten Salzeinbrüchen. Die typischen Diapyren entwickeln sich im Gebiet zwischen dem Tal Cricovul Sărat und dem Tal der Dîmboviţa.
Zur Zeit wird angenommen, dass die Kohlenwasserstoffe im Pliozän im Karpatenvorland gebildet wurden und sich in Richtung Nordflanke in Bewegung gesetzt haben, wo die Fangstrukturen, infolge des Salzauftriebs noch vor Abschluss des Levantins, gebildet waren. Nach Aufstellung und Begründung der Hypothese, dass das Erdöl in den Pliozänschichten der Fangstrukturen primären Charakter aufweist, wurde die Rolle der vertikalen Abwanderung bei der Bildung der Kohlenwasserstofflager, von einer seitlichen Abwanderung übernommen.
Die Verteilung der Kohlenwasserstoffe in der Schicht erfolgte aufgrund der Gussow-Hypothese.
Während des Pliozäns war das Salz aktiv und im Anheben begriffen, und die Anlagerung der Kohlenwasserstoffe erfolgte gleichzeitig mit dem Anwachsen der Diapyren. Diese förderten die seitliche Abwanderung und polarisierten die Abwanderungsrichtung auf die höchsten Fangstrukturen.
Somit kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Verbindung zwischen Diapyren und Kohlenwasserstofflagern rein mechanisch ist, das heisst, der Salzeinbruch trug zur Bildung ber Fangschicht bei, einerseits durch die Schaffung der verworfenen Antiklinalen und andererseits durch die Bildung einer Abschirmung entlang der Salzwandungen.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 550
D.K. 551.782.2

D. Paraschiv, Gh. Olteanu, C. Sîrbu, S. Pauliuc: **Moreni-Băicoi-Struktur. Eine repräsentative, produktive Diapyrfalte im Mio-Pliozängebiet**

Die diapyre Antiklinale Moreni-Băicoi, in mittleren Teil des Mio-Pliozängebitetes gelegen, stellt eine der grössten und repräsentativsten Erdölstrukturen in Rumänien dar.
In der heute bekannten Form wurde die Antiklinale Moreni-Băicoi im Neogen und vor allem gegen Ende des Pliozäns gebildet, als die Mio-Pliozänmolasse mit Evaporiten, unter Einfluss tangentialer Kräfte und der Isostasie gefaltet, verformt und teilweise oder gänzlich von plastischem Salz durchdrungen wurde. Der Diapyrismus wurde durch die längstverlaufende Haupverwerfung, die auf die Struktur wirkte, begünstigt und ausgerichtet.
Zu 99 % sind die Kohlenwasserstoffe im Meozian und Dazian und nur zu 1 % im Helvetian und Sarmat lokalisiert. Die wichtigsten Fangstrukturen weisen ein gewölbtes Gefüge auf. Die stratigraphischen Fangstrukturen unter dem Diskordanzniveau des Meozians, sind von geringer Bedeutung.
Das Erdöl im Meozian ist paraffinisch, jenes aus dem Dazian naphtenisch, was auf eine unterschiedliche Herkunft hinweist. Im Sarmat und Helvetian herrscht das paraffinische Erdöl vor, ein Zeichen, dass es aus dem Meozian abgewandert ist und die miozänen Schichtenden an die Diskordanzfläche abgeschoben hat. Die bedeutenden Erdölvorkommen innerhalb der Antiklinale Moreni-Băicoi ist der dicken Pellite-und Psamitefolgen, bzw. Bildungs-und Speichergestein, den grossen Strukturedimensionen, den Absetzungsverformungen der Lagerstätten und der Beibehaltung einer höheren Stellung der Struktur gegenüber den Nachbargebieten, der Bedeckung der Antiklinale mit mässigen Schichten zu verdanken, das heisst, der Schaffung von Konservierungsbedingungen selbst für Ansammlungen im Dazian und Helvetian.
Der Diapyrismus trug zur Bildung riesiger Erdölvorkommen, durch die synsedimentäre Auswölbung der Pliozänlagerstätten bei. Während der gesamten Dauer des Pliozäns spielte diese Struktur die Rolle eines Auffanggebietes für Kohlenwasserstoffe. Das diapyre Salz diente als Abschirmung für das Speichergestein an der Flanken, das sich an der axialen Salzwand abstützt.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 559
D.K. 551.782.2

O. Dicea, I. Popescu: **Wirksamkeit der geophysikalischen Untersuchungsmethoden der diapyren Strukturen im Vorland der Karpaten in Rumänien**

Die Verfasser behandeln die Möglichkeit, durch geophysikalische Methoden, die diapyren Strukturen in den vorgelagerten Höhlungen der Karpaten in Rumänien zu untersuchen.
Die Wirksamkeit der geophysikalischen Methoden ist von den physikalisch-geologischen Bedingungen abhängig, die in Betracht gezogen werden müssen: Wert und Tiefe des Magnetisierungskontrastes, bzw. der Dichte der gestörten Körper gegenüber dem Medium, in dem sie sich befinden, im Falle der Magnetometrie und Gravimetrie; Vorhandensein elektrischer Referenzhorizonte im Falle der Elektrometrie und Vorhandensein von Kontrasten der akustischen Leitfähigkeit zwischen verschiedenen geologischen Formationen, im Falle der Seismometrie.
Aus der Untersuchung der geophysikalischen Materiale geht hervor, dass Magnetometrie und Gravimetrie sich bei der Lagerstättenforschung von Salzvorkommen eignen, wenn diese eine entsprechende Dicke aufweisen und in verhältnismässig geringer Tiefe gelagert sind. Die Ergebnisse konnten gut ausgewertet werden, vor allem wenn die beiden Methoden gekoppelt wurden. Gute Ergebnisse zeitigte die Elektrometrie im Gebiet westlich von Ploieşti, wo die Arbeitsbedingungen sich den theoretischen Werten nähern und ein Referenzhorizont aus pontischem Mergel vorhanden ist.
Bei der Ortung der diapyren Strukturen erwies sich die Seismometrie als wirksam. Durch eine präzise Bestimmung der Synklinalen und der Schwellungsflanken konnte die Stellung der Strukturachse genügend genau ermittelt werden. Das Fehlen reflektierender Schichten in der axialen Zone der Diapyren ist durch das Fehlen der eigentlichen physikalischen Horizonte bestimmt. In der klassischen Zone der Diapyren konnte durch Seismometrie, das Verhältnis zwischen dem Salzkörper und den übrigen geologischen Formationen nicht bestimmt werden.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 570
D.K. 553.631 :550.34

• • •

# SOMMAIRE

Gr. Popescu, D. Ciupagea, C. Georgescu, N. Baltes, C. Motaș: **Une vue d'ensemble sur la géologie des formations salifères en Roumanie**

Exceptant la présence sporadique du sel dans le Triasique moyen de la Plate-forme Moesique, il existe sur le territoire de la Roumanie deux niveaux importants de dépôts salins, l'un inférieur, d'âge burdigalien (à la base du Miocène), développé dans l'avant-fosse carpatique et l'autre supérieur, dans le Tortonien, développé autant dans l'avant-fosse carpatique que dans la Dépression de Transylvanie et au Maramureș. Dans l'avant-fosse carpatique, au premier niveau salifère succèdent les dépôts de la molasse inférieure et, au deuxième, la molasse supérieure (sarmato-pliocène).
Le complexe lithologique de la formation salifère inférieure est formé de sel gemme, de gypses et de dépôts de breccias et d'argiles avec des blocs de nature essentiellement alimentaire. Ce sont des dépôts résultés de la destruction des sédiments initiaux, par suite des glissements sous-marins et de leur resédimentation chaotique. Ils englobent des roches plus anciennes provenues du substratum paléogène et des terrains émergés du vorland (schistes verts) et de l'anticlinorium central carpatique. Le sel forme des lames et des corps diapyres massifs.
La formation salifère supérieure comprend, également, de puissants dépôts de breccias sédimentaires développés notamment dans l'avant-fosse. Ceux-ci sont formés de façon prédominante par des éléments mous, alochtones, provenus par éboulement des terrains élevés représentés par le Crétacique, le Paléogène ou le Miocène inférieur, qui limitaient les dépressions à concentration saline. Dans la Dépression de Transylvanie, le sel gemme forme une couverture quasicontinue, succédée par des dépôts marno-argileux. Le facies de breccias apparaît seulement sur la bordure nord de la dépression.
Pour la datation et la corrélation stratigraphique des formations salifères de l'avant-fosse carpatique, assez difficile en raison du diastrophisme exagéré et du diapyrisme du sel, ainsi que de l'absence des macrofossiles, on a utilisé avec succès les critères offerts par les études de microfaune et, plus récemment, de phytoplancton.

Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 525
C.D. 553.631

I. Pătruț, D. Paraschiv, O. Dicea : **Considérations sur le mode de formation des structures diapyres en Roumanie**

Disposée avec le flanc intérieur sur le substratum carpatique plié et avec celui extérieur sur les plates-formes quasihorizontales, l'avant-fosse carpatique a enregistré dans son évolution miopliocène, deux moments où des dépôts de sel ont eu lieu : l'un dans le Miocène inférieur (Burdigalien) et l'autre dans le Miocène supérieur (Tortonien inférieur).
Le sel burdigalien a engendré de nombreuses structures, par agglomération et pénétration totale ou partielle des formations du toit, au long des anticlinaux anciens ou des accidents disjonctifs réactivés et orientés, en général, en direction carpatique.
Le déclenchement du mouvement du sel est dû à l'instabilité tectonique du support de celui-ci, associé à l'accumulation inégale comme épaisseur de la molasse miocène. L'évolution du diapyrisme a été influencée de façon substantielle par les mouvements tangentiels. Les structures anticlinales aux noyaux de sel ont été exondés et profondément érodés dans le Miocène supérieur et ensuite enterrées dans le Pliocène, sous lequel le sel s'est, parfois, conservé comme tel.
D'autres fois, au long des lignes structurales anciennes de la zone à substratum carpatique de l'avant-fosse, le sel inférieur a été impliqué dans les plis valachiques, comprimé et souvent expulsé à la surface ou entraîné, avec un rôle de lubrifiant, dans des chevauchements.
Le sel tortonien s'est aggloméré sous forme de massifs dans le Sarmatien et le Pliocène inférieur, mais probablement seulement dans la zone à substratum plateformique de l'avantfosse. Le mouvement du sel a été amorcé par la même instabilité tectonique et l'écoulement a eu lieu également, sous l'action des forces archimédiques. Dans la zone à substratum carpatique, le sel supérieur semble avoir été inactif dans le Miocène (couverture d'épaisseurs réduites), mais dans le Pliocène, sous l'action des plissements valachiques, il s'est aggloméré de façon variée, étant expulsé ou entraîné dans des superpositions, au long de failles anciennes, à l'est de la Vallée du Teleajen.

Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 533
C.D. 551.782.2

S. Anton: **Les conditions de genèse des hydrocarbures du Pliocène sous-carpatique de la Munténie**

On présente les facteurs physico-chimiques et biologiques qui ont contribué à la formation des hydrocarbures dans le Pliocène sous-carpatique de la Munténie, en suivant d'un côté la relation entre le milieu paléographique et la sédimentation et, de l'autre côté, entre la diagenèse des sédiments et la bituminisation de la matière organique.
Les conditions paléogéographiques sont caractérisées par le relief varié du bassin sédimentaire, par des eaux salmastres alternant avec des eaux douces, plus ou moins oxygénées, par un climat tempéré et humide du type atlantique et par une écologie de régime mixte tempéré-méditerranéen-sous-tropical.
La sédimentation pliocène du type molasse, de façon prédominante détritique terrigène est formée de successions rythmiques psamitiques-pélitiques, avec des intercalations pséfitiques dans les zones littorales et de grandes proportions pélitiques dans les zones profondes du bassin. Dans ces successions, on rencontre des dépôts à teneur élevée en matière organique et en minéraux autigènes avec $Fe^{2+}$ (pyrite, leptochlorite, sidérite et glauconite) spécifiques des roches génératrices d'hydrocarbures.
L'analyse des extraits de matière organique de ces dépôts indique, en général, des teneurs de plus de 50% de résines et asphaltènes chez la majorité des échantillons des étages pontien, dacien et lévantin et de moins de 50% chez les échantillons du méotien, les valeurs plus grandes dans ce cas étant dues aux zones sédimentaires plus élevées ou aux agents hipergènes.
Il résulte de l'étude des conditions paléographiques de sédimentation et de genèse que les hydrocarbures du Pliocène sont autochtones et que ceux-ci présentent des compositions différentes, en fonction de la température à laquelle les sédiments sont parvenus durant l'enfouissement maximum produit par les mouvements de subsidence et de plissement.

Petrol și Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 543
C.D. 551.782.2

E. Hristescu, Gh. Olteanu: **Le rôle du diapyrisme dans la formation et la distribution des hydrocarbures dans la zone Miopliocéne**

La zone miopliocène contient les plus riches gisements d'hydrocarbures dans le Pliocène, sur des structures diapyres avec des noyaux de sel dans l'axe. Les diapyres typiques se développent entre la Vallée de Cricovul Sărat et la Vallée de la Dîmboviţa. A présent, on admet que les hydrocarbures du Pliocène ont pris naissance dans l'avant-fosse carpatique et qu'ils se sont mis en mouvement vers le flanc nordique, où les trappes étaient déjà formées en raison de l'ascension du sel avant la fin du Lévantin.
Après l'émission et la consolidation de l'idée que le brut des gisements pliocènes situés dans des trappes produites par l'ascension du sel est primaire, le rôle de la migration verticale dans la formation des accumulations d'hydrocarbures a été assumé par la migration latérale.
La répartition des fluides dans les gisements s'est effectuée conformément à l'hypothèse de Gussov.
Le sel étant actif et en voie d'élévation durant le Pliocène, l'accumulation des hydrocarbures s'effectuait simultanément à l'augmentation de la hauteur des diapyres, ce qui a stimulé la migration latérale et polarisé la direction de migration vers les trappes les plus hautes.
En conclusion, le liaison entre les diapyres et les gisements d'hydrocarbures est de nature purement mécanique, dans le sens que les noyaux de sel ont contribué à la formation des trappes, d'un côté par la création des anticlinaux faillés ou non et de l'autre côté des écrans au long des parois du sel.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 550
C.D. 551.782.2

D. Paraschiv, Gh. Olteanu, C. Sîrbu, S. Pauliuc: **Le diapyre Moreni-Băicoi, anticlinalf productif représentatif dans la zone miopliocène**

Situé dans la partie médiane de la zone miopliocène, l'anticlinal diapyre Moreni-Băicoi constitue l'une des plus grandes et représentatives structures pétrolifères de Roumanie.
Dans la forme connue aujourd'hui, l'anticlinal Moreni-Băicoi a pris naissance au Néogène et surtout à la fin du Pliocène, lorsque la molasse miopliocène avec évaporites, sous l'influence des forces tangentielles et de l'isostasie, a été pliée, déformée et partiellement ou totalement pénétrée par le sel plastique. Le diapyrisme a été favorisé et dirigé par la faille majeure longitudinale qui affecte la structure.
Les hydrocarbures sont localisés en proportion de 99% dans le Méotien et le Dacien et de seulement 1% dans l'Helvétien et le Sarmatien. Les principaux pièges sont du type structural voûté. Les pièges stratigraphiques situées sous le plan de discordance du Méotien ont une importance réduite.
Le brut du Méotien est paraffineux, alors que celui du Dacien est naphténique, ce qui suggère une origine différente. Dans le Sarmatien et le Helvétien, c'est le brut paraffineux qui prédomine, ce qui indique que celui-ci a migré du Méotien, imprégnant les bouts de couches miocènes, sur la surface de discordance.
L'accumulation de l'important volume d'hydrocarbures dans l'anticlinal Moreni-Băicoi est due à une succession épaisse de pélites et psamites, respectivement de roches génératrices et collectrices, aux grandes dimensions de la structure, à la déformation sinsédimentaire des dépôts et au maintien d'une position constamment plus élevée de la structure par rapport aux régions voisines, au recouvrement de l'anticlinal par des dépôts récents et, par conséquent, la réalisation de conditions de conservation même pour les accumulations du Dacien et du Lévantin.
Le diapyrisme a contribué à la réalisation d'accumulations gigantesques d'hydrocarbures par le voûtage sinsédimentaire des dépôts pliocènes, faisant de cette structure une zone d'appel pour des hydrocarbures tout au long du Pliocène. De même, le sel diapyre a eu un rôle d'écran pour les couches collectrices des flancs qui s'appuient sur la paroi axiale salifère.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 559
C.D. 551.782.2

O. Dicea, I. Popescu: **L'efficience des méthodes géophysiques dans la recherche des structures diapyres de l'Avant-fosse des Carpates de Roumanie**

L'article a pour but de présenter les possibilités des méthodes géophysiques pour la mise en évidence des structures diapyres de l'avant-fosse des Carpates de Roumanie.
L'efficience des méthodes géophysiques dépend des conditions physico-géologiques dans lesquelles celles-ci doivent être appliquées, à savoir de la valeur et de la profondeur du contraste de magnétisation, respectivement de la densité des corps perturbés par rapport au milieu environnant, dans le cas de la magnétométrie et de la gravimétrie, de l'existence dans le sous-sol de certains horizons électriques de référence, dans le cas de l'électrométrie, et de certains contrastes de conductibilité acoustique entre les différentes formations géologiques, dans le cas de la séismométrie.
La conclusion qui se détache de l'examen des matériaux géophysiques est que la magnétométrie et la gravimétrie se sont avérées efficaces dans la recherche des massifs de sel, surtout dans les cas où ceux-ci ont eu des épaisseurs suffisantes et des profondeurs relativement petites. Les résultats ont pu être interprétés de façon assez concluante notamment lorsque les deux méthodes ont été appliquées en couple.
L'électrométrie a donné de bons résultats dans la zone située à l'est de Ploieşti, caractérisée par des conditions de travail proches des conditions théoriques, respectivement la présence d'un horizon de référence constitué des marnes pontiennes.
La séismométrie a eu son apport, surtout en ce qui concerne le positionnement des structures diapyres. En déterminant avec précision les synclinaux et les flancs des levers, on a pu établir suffisamment bien la position de l'axe des structures. L'absence des horizons réflecteurs dans la zone d'axe des diapyres est due a l'absence d'horizons physiques proprement dits par suite de leur tectonisation. Dans la zone classique des diapyres, la seismique n'a pas été efficace en ce qui concerne la mise en évidence des rapports entre le corps de sel et les autres formations geologiques.

Petrol şi Gaze, **24**, 1973, nr. 9, p. 570
C.D. 553.631 :550.34

• • •

# PETROLUL ŞI DIAPIRISMUL ÎN ROMÂNIA

**D. Paraschiv**

*În cadrul programului de colaborare dintre Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei din România şi Ministerul Petrolului din U.R.S.S. în luna octombrie se vor desfăşura la Bucureşti, lucrările simpozionului cu tema „Formarea şi legităţile amplasării zăcămintelor de ţiţei şi gaze în regiunile de dezvoltare a diapirismului", pe baza exemplelor pe care le oferă cele două ţări.*

*După cîte se ştie, teritoriul României include mai multe regiuni unde diapirismul s-a manifestat, ajungînd în diferite stadii ale evoluţiei sale. Dintre acestea, tipică, este zona mio-pliocenă, aparţinînd avanfosei Carpaţilor Orientali. Ca urmare, geologii români au preferat să abordeze tema simpozionului punînd în discuţie zona menţionată.*

*Este în afară de orice discuţie că studiul anticlinalelor diapire şi al relaţiilor acestora cu acumulările de hidrocarburi, nu poate fi temeinic întreprins fără a preciza sau măcar a formula o ipoteză asupra vîrstei formaţiunilor salifere, implicate în procesul de formare a cutelor respective. Bogata literatură de specialitate publicată, numeroasele documentaţii întocmite şi încă nepublicate, ca şi numele iluştrilor geologi care s-au preocupat de vîrsta sării din România, dau dimensiunile interesului de care s-a bucurat această problemă în ţara noastră. Astăzi, după circa 100 ani de observaţii şi cercetări, se poate spune că în avanfosa Carpaţilor există două nivele importante de depozite salifere; unul în Miocenul inferior (Burdigalian), celălalt — în Miocenul superior (Tortonian). Acesta din urmă este prezent şi în Depresiunea Transilvaniei.*

*Desigur că penuria elementelor paleontologice, precum şi poziţia, adesea anormală, a masivelor de sare, nu permit întotdeauna precizarea vîrstei acestora. Este cazul, îndeosebi, al unor masive din jumătatea externă a zonei mio-pliocene unde, după cîte se va vedea şi din articolul redactat de Pătruţ şi colaboratorii s-au ivit dificultăţi în explicarea procesului de formare a cutelor diapire şi în reconstituirea evoluţiei regiunii. În afara soluţiei adoptate (provizoriu), lipsa datelor paleontologice lasă deschisă admiterea şi a altei alternative de interpretare şi, poate că aceasta ar fi mai la îndemînă de acceptat, ţinînd seama şi de unele informaţii de ultimă oră obţinute la nord-vest de Craiova, Potrivit celei de a doua alterantive, formaţiunea cu sare tortoniană s-ar fi depus numai în jumătatea internă a zonei mio-pliocene (de la vest de Cricovul Sărat), aliniamentul activ Moreni-Băicoi, ca şi structurile mai estice, Măgurele, Matiţa, constituind o barieră între două sectoare cu regim tectonic şi cu mediu de sedimentare diferit; unul curat marin, la exterior şi altul lagunar, la interior. Ultimul ar trebui să fie consecinţa înălţării flişului şi, o dată cu el, a marginii interne a avanfosei carpatice, în faza stirică nouă.*

*În cadrul suprafeţelor cu regim lagunar, datele disponibile par să indice că sarea s-a depus sub forma unui orizont discontinuu şi că lagunele corespundeau zonelor sinclinale, în timp ce axele anticlinale constituiau insule şi creste de separaţie între lagune.*

*Peste formaţiunile-lagunare s-a acumulat o stivă de depozite de molasă, care, prin presiunea şi temperatura corespunzătoare grosimii ei, a acţionat asupra principalelor proprietăţi ale sării, respectiv plasticitatea şi densitatea. Aceasta din urmă fiind mai mică în comparaţie cu densitatea rocilor sedimentare înconjurătoare, a permis crearea unui dezechilibru gravitaţional.*

*În condiţiile arătate, trebuia o amorsă care să provoace deplasarea şi aglomerarea sării către zonele de minimă rezistenţă. Această amorsă a constituit-o mişcările tangenţiale în jumătatea internă cu fundament cutat şi tectonica desjunctivă, în partea externă cu fundament de platformă. Originea halotectonică a structurilor diapire din zona mio-pliocenă poate fi susţinută de existenţa cutelor şi la nivelul formaţiunilor din culcuşul evaporitelor, precum şi de prezenţa extruziunilor de sare în sectorul intern, afectat de mişcări tangenţiale. În sectorul extern sarea n-a străpuns Pliocenul, cu toate că aici cuvertura sedimentară este mai groasă.*

*Dat fiind ca structurile cu simburi de sare se întîlnesc pe aproape tot cuprinsul zonei mio-pliocene, în ciuda fundamentului eterogen, este de luat în considerare originea polifilitică a diapirismului.*

*Dacă în Miocen, evoluţia cutelor este greu de reconstituit, în Pliocen este clar că ele s-au înălţat concomitent cu procesul de sedimentare. În felul acesta se explică reducerile grosimii tuturor termenilor Pliocenului în zona axială a anticlinalelor şi dezvoltarea ei pe flancuri (Hristescu, Olteanu — fig. 3, Paraschiv şi colab. — fig. 5c, 4d).*

*Extruziunea sării pare să fi avut loc în două etape, prima la sfîrşitul Miocenului — în faza atică, ultima la sfîrşitul levantinului — în faza valahă. În unele sectoare de pe cîteva structuri (inclusiv Moreni-Băicoi) s-au produs extruziuni în ambele etape, în timp ce pe altele, după faza atică, sarea s-a păstrat acumulată sub forma unor veritabile capcane, închise de depozite pliocene.*

*Orientarea structurilor cu simburi de sare este, în general, paralelă lanţului carpatic, precum şi principalelor dislocaţii semnalate în cadrul platformei. Dacă în partea externă a zonei miocene structurile îmbracă forme apropiate brahianticlinalelor, în partea internă ele se înşiră de-a lungul unor accidente cu caracter regional. O parte dintre aceste falii reprezintă, probabil, dislocaţii vechi, cu o semnificaţie mai profundă, reactivate în Neogen şi folosite de sare în ascensiunea ei către suprafaţă. Nu este exclus ca de-a lungul acestor dislocaţii, gradientul geotermic să fi înregistrat valori crescute, ceea ce a contribuit la accentuarea plasticităţii şi, implicit la sporirea posibilităţilor de străpungere a sării.*

*Grosimea şi puritatea sării, grosimea şi neomogenitatea litologică a sedimentarului de deasupra, variaţia presiunii şi temperaturii, evoluţia paleogeografică, natura şi intensitatea mişcărilor scoarţei au permis diapirismului să se manifeste într-o foarte variată gamă de forme şi să atingă diferite stadii de evoluţie. Pe fondul acestei diversităţi pare să se desprindă o diferenţiere evolutivă de la exteriorul către interiorul avanfosei. Pe marginea externă, sarea s-a acumulat sub formă de perne ("Salt pillows") dînd naştere la structuri simple, domale, denumite „diapire atenuate". În partea mediană simburii de sare îmbracă forma de „salt stocks" şi „salt walls", iar structurile sînt bine exprimate („diapire exagerate"). În sectorul intern*

*al avantfosei, sarea fiind puternic implicată în procesele de cutare, a jucat, adesea, rol de glisant, contribuind la realizarea unor structuri complicate, sub formă de cute solzi, denumite „diapire răsturnate". În anumite sectoare caracterizate prin lipsa ori prin slaba manifestare a tectonicii disjunctive, se recunosc structuri relicte.*

*Un alt element important menit să clarifice proporțiile implicațiilor diapirismului și a sării, în general, în formarea zăcămintelor de țiței și gaze este acela al rocilor sursă, inclusiv al mediului favorabil generării hidrocarburilor. Această problemă se impunea să fie tratată cu atît mai mult cu cît în literatura geologică din România și din străinătate s-au formulat opinii potrivit cărora, pe de-o parte mediul salin din apropierea masivelor de sare a favorizat procesele chimice de transformare a materiei organice în hidrocarburi, iar pe de altă parte, diapirismul a facilitat migrația petrolului din adîncime către formațiunile mai noi, de-a lungul pereților de sare și a faliilor create de aceasta, în ascensiunea ei.*

*Aspectele legate de mediul favorabil acumulării materiei organice și generării hidrocarburilor, în general, au fost mult discutate și apoi fundamental prezentate, mai ales la congresul mondial al petrolului din Mexic, astfel că rezultatele cercetărilor din țara noastră vin să întărească concluziile respective.*

*Potrivit studiilor întreprinse de S. Anton, Pliocenul, mai precis, Meoțianul, Pontianul și Dacianul, prezentînd numeroși indici cu valori apropiate celor din disodilele oligocene (unanim acceptate ca posibile roci-sursă) pot fi considerate ca formațiuni generatoare de hidrocarburi. Calitatea diferită a țițeiurilor din Meoțian și Dacian și prezența unei mixturi de calități numai în două-trei puncte din Dacianul zonei mio-pliocene, situate în apropierea faliilor, sînt elemente care întăresc convingerea că hidrocarburile din Pliocen se întîlnesc în formațiunile care le-au generat și că ideea migrației pe verticală, facilitată de diapirism, nu are, practic, elemente de susținere.*

*Zăcămintele de țiței și gaze sînt localizate în Oligocen, Helvețian, Sarmațian, Meoțian, Pontian, Dacian și Levantin. Cea mai mare parte a rezervelor, însă, se găsește în Meoțian și Dacian, deci în Pliocen. Cu foarte puține excepții, formațiunile miocene și oligocene sînt productive numai la contactul cu Meoțianul. De altfel și calitatea țițeiului este asemănătoare, ceea ce sugerează că hidrocarburile, generate de către formațiunile pliocene, au impregnat, pe alocuri, capetele de strate miocene și oligocene de-a lungul suprafeței de discordanță premeoțiană (Hristescu, Olteanu, fig. 4).*

*Pe flancul intern, mai ridicat, al avanfosei carpatice se întîlnesc, practic, numai zăcămintele de țiței, iar pe marginea externă, afundată, predomină acumulările de gaze (Hristescu, Olteanu, fig. 2). Între cele două sectoare se realizează o trecere gradată, caracterizată prin prezența unor zăcăminte de țiței cu cap de gaze. Această distribuție pe orizontală a fluidelor confirmă ipoteza lui Gussow.*

*În cazul structurilor cu simburi de sare la zi, ori a celor faliate axial se remarcă o deosebire pregnantă în distribuția hidrocarburilor, între cele două flancuri. Astfel, pe flancurile situate în fața unor sinclinale largi și profunde, numărul orizonurilor și dimensiunile suprafețelor productive sînt mult mai mari, comparativ cu flancurile opuse. (Hristescu, Olteanu, fig. 3,4). Cum, în general, sinclinalele devin mai largi, mai adînci și mai puțin fragmentate, începînd de la nord către sud, flancurile sudice beneficiază, de regulă, la un hinterland mai mare, exprimat printr-un volum de rezerve sporit. Sînt și cazuri cînd flancurile nordice se continuă în sinclinale dezvoltate (ex. anticlinalul Urlați). Această diferențiere în distribuția hidrocarburilor presupune că detaliile tectonice (simburii de sare, faliile) s-au schițat și accentuat pe măsura profilării și individualizării anticlinalelor respective și că migrația laterală a hidrocarburilor a avut loc ulterior.*

*Dar distribuția fluidelor în zona mio-pliocenă, așa cum a fost prezentată în trăsăturile ei majore, nu se abate de la regulile generale, comune atît regiunilor cu structuri diapire, cît și a celor cu structuri de altă origine. Acest lucru apare foarte clar dacă se examinează un cadru mai larg, luînd în considerare și marginea afundată a Platformei moesice, la sud de linia Bibești-Tinosu. Și aici, unde originea structurilor și stilul tectonic este total diferit, se confirmă ipoteza lui Gussow (mergînd de data aceasta de la sud către nord), iar suprafețele productive se dezvoltă în fața faliilor care afectează monoclinul regional. În această situație se pune întrebarea dacă diapirismul a avut sau nu vreo contribuție la formarea și distribuția zăcămintelor de hidrocarburi în zona mio-pliocenă? În lumina cunoștințelor actuale se poate spune că participarea diapirismului constă în nota specifică, favorabilă, pe care a imprimat-o evoluției regiunii, precum și în realizarea condițiilor de capcană.*

*După cum s-a mai arătat, structurile cu simburi de sare s-au format și individualizat treptat, concomitent cu depunerea formațiunilor mio-pliocene. În această situație porțiunile mai ridicate (corespunzătoare anticlinalelor) au constituit zone de apel pentru hidrocarburile generate în sectoarele înconjurătoare, mai coborîte. Cu cît poziția unei structuri era mai ridicată (deci pe măsură ce acumularea și procesul de străpungere a sării era mai activ) față de celelalte elemente structurale din cadrul bazinului, cu atît anticlinalul respectiv a putut colecta o cantitate mai mare de hidrocarburi. În această privință s-ar putea da ca exemplu structura Moreni-Băicoi.*

*În același timp, simburii de sare, în diferitele lor forme, ca și accidentele tectonice (faliile) pe care le-au creat, reactivat sau amplificat, au constituit ecrane etanșe pentru hidrocarburile care migrau dinspre zonele coborîte.*

*Desigur că, față de complexitatea tectonică și distribuția zăcămintelor de țiței și gaze în zona miocenă, s-a ivit necesitatea examinării problemei eficienței metodelor de prospecțiuni în astfel de regiuni. În această privință, articolul redactat de Dicea și Popescu ajunge la concluzia că gravimetria, electrometria și seismometria, aplicate separat sau în complex, în funcție de gradul de cunoaștere (etapa de cercetare) și de condițiile concrete ale fiecărei zone sau structuri, permit evidențierea și, uneori, chiar detalierea anticlinalelor cu simburi de sare.*

*Prezentul număr al revistei* Petrol și gaze, *cuprinde cîteva articole care redau foarte succint o serie de preocupări, aspecte și rezultate obținute în România în legătură cu relațiile dintre zăcămintele de petrol și diapirism, oferă posibilitatea să se rețină cîteva idei de bază, și anume: principalele formațiuni salifere care au generat anticlinalele diapire sînt de vîrstă burdigaliană și tortoniană; diapirismul a fost observat (Posepny 1871), denumit, definit și explicat (Mrazec, 1902—1915), pentru prima dată în România; structurile diapire din zona mio-pliocenă sînt de origine halotectonică; cea mai mare parte a acumulărilor de țiței și gaze sînt localizate în formațiunile care le-au generat (Pliocenul) și au luat naștere prin migrația laterală a hidrocarburilor; diapirismul a contribuit la formarea și distribuția zăcămintelor de țiței și gaze prin nota specifică pe care a imprimat-o evoluției geologice, mai ales în Pliocen și, în special, prin crearea condițiilor de capcană; experiența căpătată în zona mio-pliocenă arată că metodele geofizice care au permis evidențierea și detalierea unor structuri cu simburi de sare sînt gravimetria, magnometria și seismometria.*

# Privire de ansamblu asupra geologiei formațiunilor salifere din România

Gr. Popescu, D. Ciupagea, C. Georgescu, N. Balteș și C. Motaș

O dată cu creșterea importanței economice a sării, prin utilizarea ei tot mai largă ca materie primă în industrie și, mai ales, în urma stabilirii, încă de la începutul acestui secol, a rolului corpurilor diapire de sare în formarea celor mai bogate structuri petrolifere în Subcarpații Munteniei, studiul geologic al formațiunii salifere a preocupat pe cei mai mulți geologi români, ca și pe unii geologi străini care au lucrat în industria petrolieră din România.

Litofaciesul special al formațiunii salifere, caracterizat în multe zone de prezența unor depozite de brecii haotice care însoțesc corpurile de sare, și comportarea ei structurală disarmonică în cadrul depozitelor neogene au generat interpretări variate, atît în ceea ce privește vîrsta acestei formațiuni și condițiile de formare, cît și explicarea complexității ei tectonice.

Scopul articolului de față este de a prezenta în trăsături generale zonele de dezvoltare a faciesurilor saline din România, principalele lor caracteristici litologice, volumetrice și depoziționale și delimitările stratigrafice practic utilizabile.

## A. EVOLUȚIA CERCETĂRILOR

1. O primă perioadă de cercetări laborioase s-a desfășurat între anii 1900 și 1935, perioadă de care se leagă, îndeosebi, numele lui L. Mrazec, W. Teisseyre, G. Macovei, I. Popescu-Voitești, Gh. Murgoci, V. Meruțiu, K. Krejci, D. Preda și G. Murgeanu.

Cercetările s-au orientat mai mult asupra ivirilor de sare însoțite de puternice formațiuni de brecii („brecia sării") din Subcarpații Munteniei, inclusiv corpurile de sare din cutele diapire petrolifere traversate cu foraje. În această perioadă se conturează ideea vîrstei aqvitaniene a sării din Subcarpați, susținută de I. Popescu-Voitești și Gh. Macovei și adoptată de majoritatea geologilor. După acești autori, sarea ar aparține „stratelor de Cornu" (respectiv echivalenților acestora), formațiune cuprinsă între Oligocen, la partea inferioară, și conglomeratele de Brebu, considerate de vîrstă burdigaliană, la partea superioară. Cu unele precizări aduse ulterior, această încadrare litostratigrafică este menținută și în prezent pentru o mare parte a masivelor de sare din avanfosa carpatică.

Formațiunile de brecii care însoțesc masivele de sare din Subcarpații Munteniei sînt considerate de I. Popescu-Voitești și alții de origine tectonică, produse ale sfărîmării formațiunilor din acoperișul sării și din unele praguri ale platformei, prin ridicarea și străpungerea corpurilor de sare spre suprafață.

Prezența unor elemente exotice în brecie (calcare jurasice, porfire, sienite roșii, gneise), a elementelor de fliș eocen și cretacic și a unor klippe de Oligocen pe spinarea unor masive de sare a sugerat și alte ipoteze privind vîrsta mai veche, preterțiară sau paleogenă a sării. S-a emis, de asemenea, ipoteza existenței a patru niveluri salifere începînd din Cretacicul inferior pînă în Helvețian.

2. Studiul Miocenului salifer este reluat în 1940 de Gr. Popescu și Fl. Olteanu într-un sector restrîns între V. Prahovei și V. Buzăului, zonă în care apare larg dezvoltată „brecia sării" cu numeroase iviri de sare. În această a doua etapă, observațiile detaliate litostratigrafice și structurale, completate cu studii sistematice de microfaună, au condus la stabilirea vîrstei tortoniene pentru majoritatea masivelor de sare din sectorul studiat. S-a precizat astfel că în Miocenul avanfosei carpatice există două niveluri stratigrafice, în care se realizează condiții de mediu lagunar de concentrație cu depuneri de sare, unul în baza Miocenului, considerat Aqvitanian și altul în Tortonian, separate în timp prin depozitele molasei inferioare cu grosimi de pînă la 3000 m. De asemenea, s-a precizat că breciile care însoțesc sarea, formînd aparițiile caracteristice ale „breciei sării" din Subcarpații Munteniei, sînt de natură sedimentară și reprezintă un orizont stratigrafic cartabil al Tortonianului (orizontul breciei cu masive de sare). Ulterior, schema stratigrafică a Tortonianului stabilită între valea Prahovei și valea Buzăului, cuprinzînd nivelul cu depozite saline, a fost recunoscută și în celelalte sectoare ale avanfosei carpatice, în Depresiunea Transilvaniei și în Maramureș.

3. Date mai complete asupra formațiunilor salifere din România s-au obținut în perioada de după 1948, prin extinderea cercetărilor de

teren în întreaga avanfosă carpatică, în Depresiunea Transilvaniei şi în Maramureş, prin folosirea curentă a analizelor micropaleontologice în datarea şi corelarea complexelor litostratigrafice, prin numeroasele lucrări de explorare cu foraje executate pentru hidrocarburi, sare gemă şi săruri delicvescente şi prin dezvoltarea prospecţiunilor geofizice pentru sare.

În această perioadă se înregistrează un progres remarcabil în precizarea stratigrafiei şi tectonicii formaţiunilor salifere şi molasei miocene, în general, pe întreg cuprinsul ariei lor de dezvoltare, la care şi-au adus contribuţia numeroşi cercetători. Multe rezultate ale acestora nu au fost publicate, găsindu-se consemnate în studii şi rapoarte la Fondul geologic. Ele au intrat, însă, în patrimoniul larg de informare a tuturor specialiştilor.

Notîndu-se succint principalele contribuţii aduse în această ultimă perioadă, sînt de menţionat cercetările efectuate în Depresiunea Getică de M. Popescu, I. Moldovan şi Gr. Popescu, lucrările lui Fl. Olteanu, J. Gherman, E. Hristescu, I. Dumitrescu, M. Paucă, Gr. Popescu, C. Stoica, C. Georgescu, T. Borş, O. Mirăuţă, P. Polonic în sectorul oriental al avanfosei carpatice şi lucrările lui D. Ciupagea, I. Pătruţ, I. Dumitrescu, I. Gherman în Depresiunea Transilvaniei şi în Maramureş.

În interpretarea datelor geologice, geofizice şi din foraje referitoare la Miocen şi în corelarea lor pe plan regional, se menţionează contribuţiile lui E. Hristescu, I. Pătruţ şi I. Gherman în sectorul oriental al avanfosei şi ale lui C. Motaş în Depresiunea Getică.

În domeniul studiilor micropaleontologice sînt de remarcat contribuţiile lui T. Iorgulescu, Gh. Voicu, I. Costea, N. Balteş, F. Negoiţă, C. Corobea şi C. Cornea în stabilirea subdiviziunilor microbiostratigrafice ale profilelor litologice tip ale Miocenului în diferite sectoare şi zone de sedimentare, utile atît în urmărirea lucrărilor de explorare cu foraje, cît şi în corelarea depozitelor miocene pe plan regional.

O dată cu corelarea mai riguroasă pe criterii paleobiologice a depozitelor miocene, s-a precizat şi vîrsta burdigaliană a formaţiunii salifere inferioare. Studiile palinologice recent dezvoltate de N. Balteş deschid noi posibilităţi de determinare a vîrstei depozitelor saline, foarte utile în cazurile deseori întîlnite, în care condiţiile tectonice de apariţie a corpurilor de sare nu permit stabilirea apartenenţei lor stratigrafice la Burdigalian sau Tortonian.

Datele din foraje au contribuit considerabil la cunoaşterea extinderii formaţiunilor salifere şi a modului de zăcămînt al corpurilor de sare în zonele acoperite tectonic sau de formaţiuni mai noi ca, de exemplu, sub pînza de Tarcău şi în Depresiunea Getică sau în sectorul sudic al zonei cutelor diapire, precum şi în zona cutelor frontale ale unităţii marginale, între valea Cracăului şi valea Trotuşului.

## B. ARIILE DE RĂSPÎNDIRE A FORMAŢIUNILOR SALIFERE DIN ROMÂNIA

În accepţiunea mai veche, termenii de „formaţiune saliferă" sau „Miocen salifer" cuprindeau întreaga serie miocenă inferioară, esenţial detritică, în care se intercalează depozite saline şi gipsuri, acestea din urmă repetîndu-se la diferite niveluri pînă în Tortonian.

Prin detalierea studiului depozitelor miocene, termenul de formaţiune saliferă a fost restrîns la complexele litologice argilo-grezoase, de facies salin, care înglobează primar depozitele de sare. În avanfosa carpatică, aceste complexe sînt localizate în baza Miocenului şi în Tortonian, desemnate ca „formaţiunea saliferă inferioară" şi „formaţiunea saliferă superioară". Aceste episoade lagunare sînt succedate de formaţiuni puternice de molasă, respectiv molasa inferioară şi molasa superioară (sarmato-pliocenă).

În Depresiunea Transilvaniei şi în Maramureş există o singură formaţiune saliferă, echivalentă celei superioare (tortoniene) din avanfosă.

Prin forajele de prospecţiune, în ultima perioadă s-au pus în evidenţă depozite saline şi în Triasicul mediu din Platforma Moesică, în zona Cîrligaţi-Băcăleşti—Chiriacu-Călugăreni, însă de mică importanţă ca grosime şi extindere.

### 1. Răspîndirea formaţiunii salifere inferioare (fig. 1)

Formaţiunea saliferă inferioară este legată genetic de sfîrşitul fazei de cutări savice, cînd la marginea ridicării anticlinoriului central al Carpaţilor, pe amplasamentul bazinului paleogen, se schiţează avanfosa carpatică, delimitată la exterior de terenurile emerse ale vorlandului. În limitele bazinului paleogen, slab cutat sub influenţa mişcărilor savice, se instalează, la sfîrşitul Oligocenului, un regim lagunar de concentraţie, reprezentat de depozite argilo-grezoase, în general gipsificate şi salinizate, gipsuri, sare gemă şi, pe alocuri, săruri delicvescente, alcătuind formaţiunea saliferă inferioară.

Poziţia formaţiunii salifere în cea mai mare parte a bazinului, peste Oligocenul terminal şi unele afinităţi litofaciale cu Oligocenul, ca prezenţa argilelor negricioase şi chiar a şisturilor bituminoase, sugerează o anumită continuitate funcţională între cele două bazine.

Răspîndirea faciesului salin este generală în bazin, însă nu şi continuă, existînd, probabil, creste de Paleogen reliefate tectonic, care pu-

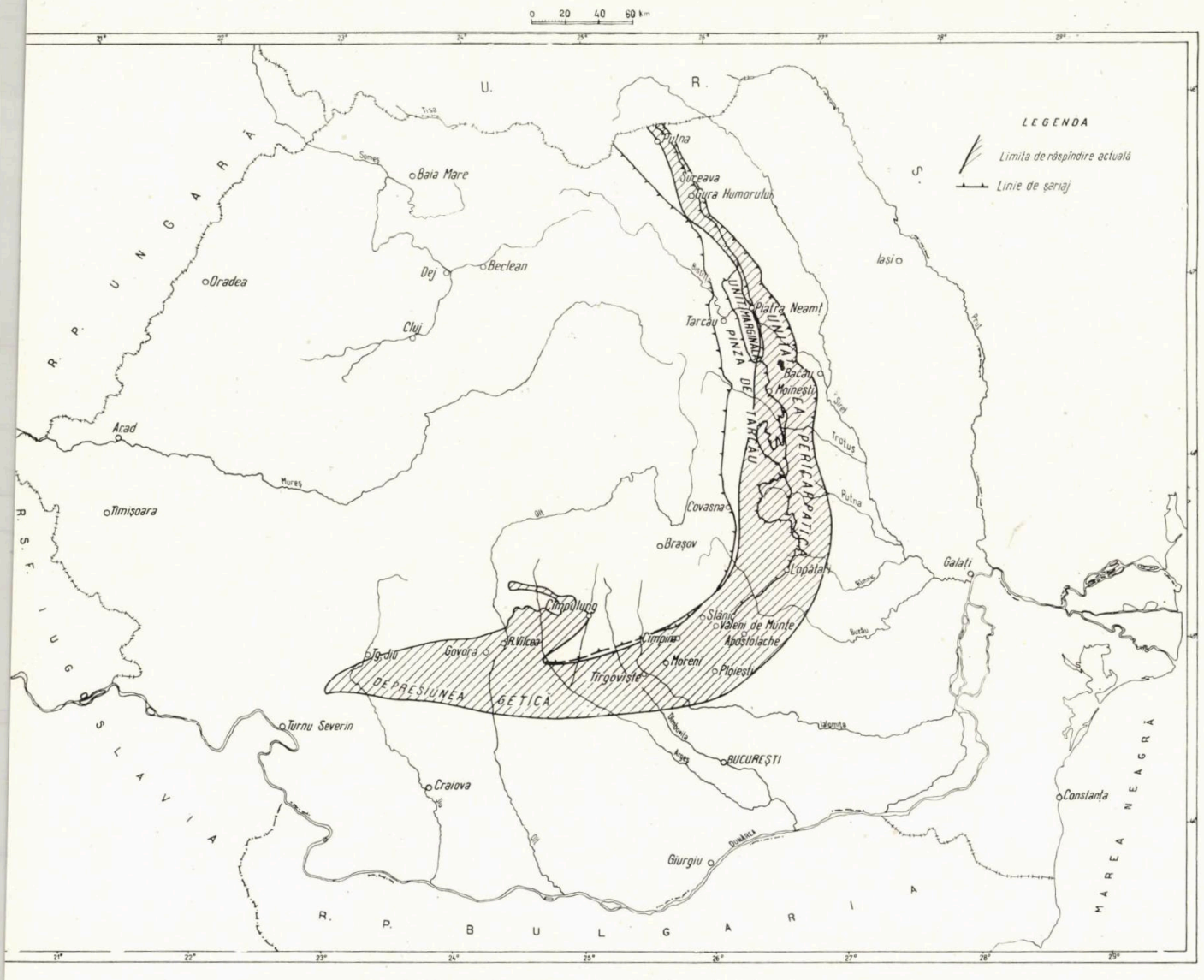



Fig. 1. Răspîndirea formaţiunii salifere inferioare.

teau compartimenta, într-o oarecare măsură, bazinul de acumulare cu depuneri de roci saline.

În întreaga arie de răspîndire cunoscută, formaţiunea saliferă este acoperită de depozitele molasei inferioare. Acestea marchează începutul unei subsidenţe mai active, cu acumulări maxime de depozite spre partea externă a bazinului, corespunzătoare zonei miocene, considerată în sens strict, paleotectonic, ca avanfosă carpatică.

În cadrul actualului edificiu structural, desăvîrşit în timpul cutărilor stirice şi mai noi, formaţiunea saliferă inferioară este răspîndită în cuprinsul pînzei de Tarcău şi al unităţii marginale, care formează zona flişului paleogen şi în unitatea pericarpatică corespunzătoare zonei miocene (respectiv miopliocene, în sectorul sudic al avanfosei).

În zona miocenă şi în continuare în zona miopliocenă, formează substratul molasei inferioare, iar apariţiile ei la zi sînt sporadice, legate de axul cutelor faliate, care formează cîteva aliniamente, şi de cutele diapire cu sîmbure de sare. Extinderea formaţiunii în cuprinsul acestei zone este stabilită în bună parte prin forajele săpate pentru hidrocarburi, ca, de exemplu, la sud de aliniamentul cutelor diapire şi în Depresiunea Getică.

În unitatea marginală a flişului, apare în zona cutelor frontale, unde formează largi aflorimente, în semiferestrele Oituz-Slănic şi Vrancea şi se extinde, potrivit datelor de foraj, în părţile interne ale unităţii, sub pînza de Tarcău, cel puţin pînă la meridianul Covasna.

În pînza de Tarcău, se păstrează numai în zona de afundare a acesteia sub depozitele miocene, unde apare de sub molasa inferioară

(conglomerate de Brebu) pe flancurile sinclinalelor Slănic şi Drajna. Depozitele evaporitice sînt reprezentate aici numai prin „gipsurile inferioare" din baza stratelor de Cornu. Depozite saline sînt identificate imediat mai la sud, pe flancul sudic al sinclinalului Drajna, în cuveta Predeal-Sărari şi în anticlinalul Gării Cîmpina.

**2. Răspîndirea formaţiunii salifere superioare (fig. 2)**

Acest al doilea episod lagunar cu depozite saline al Miocenului este dezvoltat atît în avanfosa carpatică, cît şi în Depresiunea Transilvaniei şi în Depresiunea Maramureşului.

a. În avanfosa carpatică, se instalează la sfîrşitul stadiului stiric de evoluţie a geosinclinalului, după depunerea molasei inferioare, cînd se edifică structura în pînze de şariaj a moldavidelor. Aria de acumulare se restrînge foarte probabil în noile limite ale avanfosei, corespunzînd zonei miocene, respectiv între marginea unităţilor flişului paleogen şi limita externă a avanfosei, care nu depăşea vorlandul. Numai pe zona de afundare a pînzei de Tarcău, sinclinalele umplute cu depozite miocene inferioare continuă să funcţioneze si în Tortonian trecînd la un regim lagunar cu depozite saline.

În zona miocenă, formaţiunea saliferă superioară este răspîndită, îndeosebi, în sectorul sudic, acoperit de depozite sarmato-pliocene, în timp ce în sectorul nordic, ridicat, se păstrează numai pe marginea ei externă, în lungul liniei pericarpatice.

În sectorul sudic, apare la zi între V. Cricovului şi V. Teleajenului, la baza flancurilor nordice, încălecate, ale structurilor postpliocene, pe aliniamentele Chiojdeanca-Popeşti-Podenii Noi, Atîrnaţi-Pieptănari-Mălăeşti, Gornetu-Cuib, Scăioşi-Vîlcăneşti. La est de Cricov, zonă acoperită de vaste sinclinale sarmato-pliocene

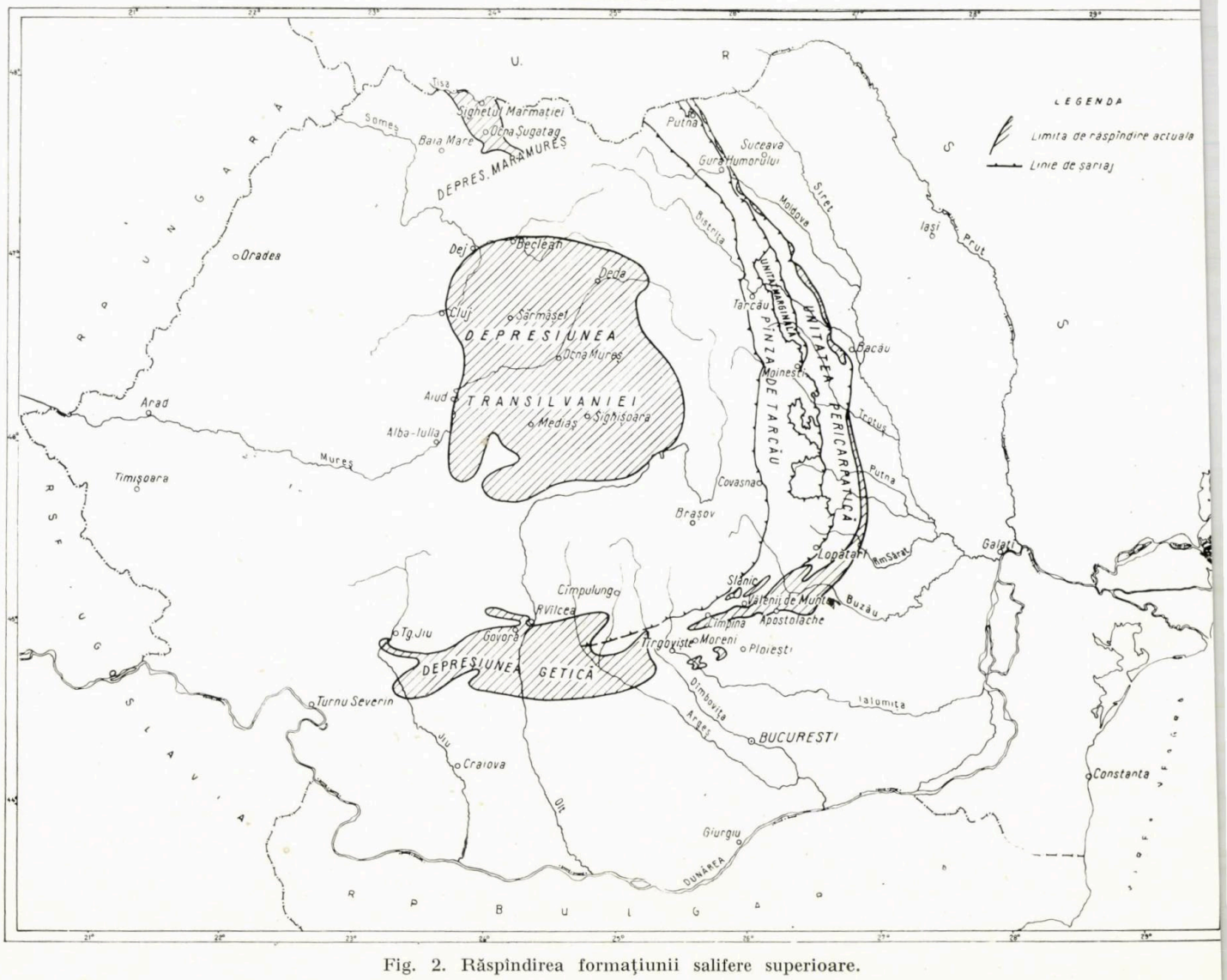



Fig. 2. Răspîndirea formaţiunii salifere superioare.

brecciile şi sarea apare în axul cîtorva anticlinale, între linii de contact diapir, la Rudari, pe aliniamentul Sîngeru-valea Unghiului şi la Bădila, iar dincolo de valea Buzăului, o dată cu ridicarea cuverturii sarmato-pliocene, apare de sub aceasta la Pietrari şi în cîteva sinclinale de Helveţian, la Negocina-Glodu.

Pe unele mari ridicări din zona miopliocenă, în care apare Helveţianul, ca anticlinalele Apostolache-Buda, Lapoş, Năeni-Fînţeşti, Istriţa, orizontul breciei cu sare lipseşte în profilele normale de pe flancurile acestora. De asemenea, întregul Tortonian lipseşte în zona cutelor diapire şi mai la sud, pe anticlinalul Mărgineni. Nu este exclus ca lipsa parţială sau totală a Tortonianului să se datoreze eroziunii presarmaţiene şi premeoţiene, dar este destul de probabil ca zonele menţionate să fi funcţionat ca ridicări sustrase acumulărilor în timpul fazei lagunare a Tortonianului.

În sectorul meridional al avanfosei (Depresiunea Getică), Tortonianul salifer ocupă unele depresiuni relativ restrînse. În partea sudică şi sud-vestică, răspîndirea formaţiunii are un caracter mai continuu.

b. În Depresiunea Maramureşului, Tortonianul cu sare se aşază transgresiv peste Paleogen şi ocupă o depresiune ce se deschide de la Ocna Şugatag spre Sighet, continuîndu-se spre NV, dincolo de graniţă.

c. În Depresiunea Transilvaniei, începutul Tortonianului marchează o fază importantă de transgresiune, succedînd ultimei faze de scufundare a bazinului. Orizontul formaţiunii salifere, situat peste tufurile cu globigerine (tuful de Dej) şi verificat prin numeroase foraje, are o răspîndire cvasicontinuă, ocupînd întreaga suprafaţă a depresiunii în limitele de extindere a tufului de Dej. Suprafaţa ocupată de pătura de sare este de circa 17 000 km$^2$, subţierea păturii de sare pînă la dispariţie pe unele zone limitate, mai ales în partea sudică a depresiunii, poate reflecta răspîndirea primară a depozitelor, dar poate fi explicată şi prin redistribuire. Sarea apare la zi, în relaţii stratigrafice normale, pe marginea nordică, homoclinală, a depresiunii şi în lungul a două mari aliniamente diapire, pe laturile de vest şi est ale acesteia. În zona centrală a depresiunii, cu o structură în domuri largi, pătura de sare se situează la adîncimi de pînă la 4000 m sub depozitele sarmatopliocene.

### C. CARACTERE LITOLOGICE ŞI ÎNCADRARE STRATIGRAFICĂ

#### 1. Formaţiunea saliferă inferioară

Fondul litofacial constant, caracteristic formaţiunii salifere inferioare, îl constituie marnele şi argilele negricioase compacte, sărate, marnele negricioase stratificate, argilele plastice vineţii şi verzi, gresiile şi nisipurile în strate subţiri, gipsurile şi lentilele de sare. Pe acest fond de facies apar variaţii regionale şi locale, datorită însedimentării de elemente de pietriş, galeţi şi blocuri de roci mai vechi în depozitele pelitice ale bazinului (argile cu blocuri, argile cu pietriş), invadării şi intercalării unor episoade grezo-nisipoase şi conglomerate deltaice, local puternic dezvoltate, care pot duce la ecranarea sedimentaţiei pelitice şi de precipitaţie chimică, ca şi apariţiei fenomenului de alunecare submarină, care deformează stratificaţia primară, ducînd la aspectul brecios, larg răspîndit în formaţiunea saliferă. Se poate vorbi de un tip special de sedimentaţie, sugerînd existenţa de zone reliefate în cadrul bazinului, cu pante care favorizau alunecarea depozitelor argiloase şi evaporitice proaspăt formate şi de ridicări emerse ale Oligocenului, supuse dezagregării sub un climat arid, care au furnizat blocurile însedimentate în mîlul lagunar. El se reflectă şi în depozitele saline care apar, deseori impurificate cu material detritic. La acestea se adaugă materialul detritic grosier provenit din terenurile ridicate care formau cadrul avanfosei, respectiv anticlinoriul central şi vorlandul. După originea acestui material, se deosebeşte o mare arie estică, începînd din valea Buzăului spre nord, în care rocile predominante sînt şisturile verzi. Sursa acestui material o constituiau compartimentele ridicate ale catenei caledoniene de la marginea vorlandului, care au continuat să funcţioneze, mult mai activ, ca sursă de material şi în timpul sedimentării molasei inferioare (conglomeratele de Pietricica, Almaş, Pleşu).

Domeniul carpatic s-a manifestat, de asemenea, ca sursă de material detritic pe marginea internă a bazinului, în sectorul său sudic, sub forma unor conglomerate deltaice, locale, la nivelul gipsurilor inferioare şi al stratelor de Cornu din sinclinalele Slănic şi Drajna, precum şi ca intercalaţii de pietrişuri şi conglomerate în formaţiunea cu sare din Depresiunea Getică.

Formaţiunea saliferă prezintă cîteva variaţii regionale ale aspectului litofacial.

Într-un domeniu care înglobează partea internă a zonei miocene şi cutele frontale ale unităţii marginale a flişului din Moldova, la nord de valea Trotuşului, sînt caracteristice formaţiunile de brecii constînd dintr-o matrice argiloasă întreţesută de scoarţe de sare, cu fragmente de marne, argile şi gresii, blocuri de gips şi, mai rar, galeţi şi pietriş de şisturi verzi. Cu excepţia elementelor de şisturi verzi de origine străină, materialul provine din însăşi formaţiunea sării, prin distrugerea sedimentelor iniţiale în urma alunecărilor submarine şi resedimentare haotică. Grosimea formaţiunii variază între 300 şi 600 m. În condiţii de îngrămădire tectonică, în sinclinalele dintre cutele culcate ale Paleogenului, forajele au întîlnit grosimi de pînă la 2000 m. Lentilele de sare întîlnite în foraje au grosimi variabile de la zeci de metri, la 300—400 m.

În semiferestrele unității marginale și în zona miocenă de la sud de V. Trotușului, formațiunea saliferă prezintă un facies predominant de argile cu blocuri. Matricea argiloasă, vînătă-negricioasă, plastică, cuprinde blocuri de șisturi verzi cu dimensiuni de pînă la 2 m³, anclave de pietriș de șisturi verzi și de nisip, uneori impregnate cu petrol, blocuri de gips, cuarțite negre și blocuri de gresie de Kliwa cu crustă desertică, anclave de argile șistoase disodiliforme. În zona masivului de sare de la Mînzălești-Meledic, apar și numeroase blocuri de calcare jurasice fosilifere de tip dobrogean. Elementele breciei sînt în mare parte alohtone, provenind din vorland și din substratul paleogen al formațiunii salifere. Depozitele de sare formează masive importante, dintre care unele apar la zi între linii de contact diapir, ca cele de la Gura Slănicului-Tg. Ocna, pe Trotuș, Coza-Tulnici, pe valea Putnei, „Între Rîmnice", iar mai la sud, în regiunea valea Slănicului-Lopătari, masivele de la Plavățu și Meledic-Mînzălești.

Grosimea stratigrafică a formațiunii salifere în această zonă nu poate fi apreciată. Unele lame de sare traversate cu foraje au grosimi de 200—600 m. Sonde amplasate în apropierea masivelor Meledic și Tulnici au săpat în formațiunea de brecii cu sare pînă la adîncimi de 2000—3000 m, datorită, însă, fără îndoială, poziției redresate și îngrămădirii tectonice a formațiunii.

În zona mio-pliocenă din Muntenia, formațiunea saliferă traversată pe anticlinalul Mărgineni între 5000 și 6000 m adîncime, relevă un facies de brecii formate prin alunecări submarine, cu elemente autohtone, care impurifică parțial și depozitele saline.

Grosimea mare a formațiunii salifere în această zonă, la care se adaugă și grosimea mare a molasei inferioare (circa 3000 m), denotă condiții de subsidență foarte activă.

În Depresiunea Getică, secțiunea litologică sintetică, însumînd o grosime de 500 m, reconstituită din foraje, indică un facies detritic obișnuit, constînd din conglomerate, pietrișuri, gresii, marne și argile negricioase. Depozitele saline formează intercalații lenticulare cu grosimi de 50—200 m.

Pe marginea internă a avanfosei, între valea Oltului și valea Buzăului, se întîlnește un facies lagunar atenuat, reprezentat numai prin gipsuri dezvoltate direct peste Oligocenul terminal („gipsurile inferioare"). Intervalul stratigrafic corespunzător formațiunii salifere din largul bazinului este completat aici de o serie detritică nesaliferă, care păstrează, însă, unele caractere litofaciale ale acesteia (marne brecioase cu pietriș, lentile de gips) și este cunoscută în valea Prahovei sub numele de strate de Cornu. Este de remarcat că gipsurile sînt invadate local de conglomerate deltaice (valea Prahovei-valea Teleajenului) sau de brecii cu blocuri de calcare eocene (valea Argeșului-valea Doamnei).

Din punct de vedere litostratigrafic, formațiunea saliferă inferioară este încadrată între Oligocenul terminal, care îmbracă un facies bituminos, și baza molasei inferioare. Inițial i s-a atribuit, mai mult convențional, vîrsta aquitaniană, fiind considerată că reprezintă faza finală a ciclului de sedimentare paleogen.

Cercetările micropaleontologice au relevat posibilitatea folosirii eficiente a microfaunei și microflorei în corelarea și datarea depozitelor avanfosei. Studiul variației conținutului microfosil pe verticală într-o serie de secțiuni litologice tip a pus în evidență apariția unor praguri bionomice și a condus la stabilirea de zone micropaleontologice, definite prin asociații specifice de foraminifere. Acestea corespund uneori destul de riguros cu principalele complexe separate pe criterii litofaciale.

Studiul microfaunistic al Miocenului inferior s-a efectuat inițial pe marginea internă a avanfosei, în sinclinalul Slănic. Oligocenul superior este definit micropaleontologic printr-o faună specifică relativ săracă, indicînd un mediu marin puțin aerat, cu tendințe prelagunare. Aceeași microfaună se întîlnește și la nivelul gipsurilor inferioare care stau peste Oligocen. Pe acest criteriu, gipsurile inferioare din baza stratelor de Cornu, ca și cele din V. Argeșului-V. Doamnei (Poenari, Corbșori) ar aparține ciclului oligocen, putînd să reprezinte Aquitanianul.

Asociația microfaunistică specifică a stratelor de Cornu este foarte bogată și cuprinde numeroase forme noi, din care se dezvoltă microfauna miocenă. Acest complex de strate ar marca, deci, începutul Miocenului și este atribuit Burdigalianului, pe baza corelării cu microfauna Burdigalianului fosilifer din Depresiunea Transilvaniei și a prezenței unei faune specifice de Pecteni, chiar în stratele de Cornu, la Schiulești.

Asociația microfaunistică specifică a stratelor de Cornu sau asociații asemănătoare cuprinzînd forme noi miocene, se întîlnesc și în unele depozite detritice ale formațiunii cu sare din diferite zone ale avanfosei.

După datarea și corelarea pe criterii microfaunistice, formațiunea saliferă inferioară din avanfosa carpatică ar aparține, deci, Burdigalianului, eventual numai Burdigalianului inferior, cu excepția gipsurilor inferioare de pe marginea nordică a bazinului.

Criterii noi de corelare s-au stabilit prin folosirea analizei palinologice în studiul depozitelor de sare gemă și gipsuri din Miocen. Studiul unui mare număr de probe de sare gemă a pus în evidență un bogat conținut palinologic, care s-a dovedit de o reală valoare stratigrafică. Sarea burdigaliană, pe lîngă tipurile microvegetale ce se continuă din Oligocen, conține

i tipuri miocene, de natură fitoplanctonică, eprezentate prin Leiosfere (Tasmanaceae), care și fac o apariție relativ bruscă și în masă, narcînd o schimbare netă a condițiilor de mediu n bazin. Aceste tipuri se întîlnesc și în depozi-ele detritice ale formațiunii salifere, precum și n gipsurile inferioare de pe marginea internă a bazinului. Schimbarea bruscă a palinofaciesu-lului la nivelul formațiunii salifere inferioare se corelează cu schimbarea la același nivel a microfaunei, prin apariția formelor miocene, punînd astfel și mai clar în evidență discre-panța biofacială dintre Oligocen și Miocen. Totodată, datele palinologice indică aparte-nența „gipsurilor inferioare" la Burdigalian, fapt neprecizat prin microfaună, datorită lipsei unui conținut specific.

Conținutul palinologic al sării tortoniene este complet lipsit de fitoplanctonul caracteristic sării burdigaliene și constă aproape exclusiv din elemente continentale. Pe acest criteriu, este posibilă precizarea vîrstei corpurilor de sare, a căror apartenență la Burdigalian sau Tortonian nu poate fi stabilită în toate cazurile din cauza poziției lor tectonice între depozite de vîrste diferite.

În urma cercetărilor mai recente, pe baza apariției Miogipsinelor, Aquitanianului i-ar reveni o suită de depozite de la partea superioară a Oligocenului (stratele de Podu Morii-Vinețișu, gresia de Stîrmini), precum și cele care conțin fauna de la valea Muereasca (Depresiunea Getică), situată tot în partea superioară a Oligocenului. Acest interval stratigrafic este definit ca Egerian după noua subîmpărțire în unități de timp a depozitelor Paratethysului central și ar corespunde Aquitanianului.

**2. Formațiunea saliferă superioară**

Depozitele formațiunii salifere superioare sînt încadrate de unități litostratigrafice ale Tortonianului, bine caracterizate litologic și paleontologic și cu o mare constanță regională, respectiv între orizontul tufurilor și marnelor albe cu globigerine, la partea inferioară, și orizontul șisturilor argiloase cu radiolari, la partea superioară.

Formațiunea saliferă se prezintă sub două tipuri litofaciale principale, unul în care predomină breciile sedimentare, dezvoltat în avanfosa carpatică, îndeosebi în sectorul ei sudic, și unul în care predomină depozitele marno-nisipoase, normal sedimentate, dezvoltat în Depresiunea Transilvaniei și în Depresiunea Getică.

a. *Avanfosa carpatică*

Secțiuni mai complete și concludente pentru studiul formațiunii salifere tortoniene se întîlnesc în sinclinalele miocene Slănic, Drajna, Predeal-Sărari din zona de afundare a pînzei de Tarcău, între V. Teleajenului și V. Prahovei. În aparițiile din zona miopliocenă, această formațiune este în multe cazuri puternic tectonizată, datorită forțelor de cutare și străpungerii lentilelor de sare.

În funcție de natura litologică și originea elementelor componente, precum și de caracterele depoziționale, se distinge un tip de brecie legat de sinclinalele situate pe Paleogen (tipul Cosmina) și altul legat de zona miopliocenă (tipul Pietraru).

În sinclinalele din zona paleogenă, breciile constau dintr-o matrice marno-argiloasă sărată, slab bituminoasă, în care sînt înglobate haotic elemente de dimensiuni variabile. Majoritatea sînt argile verzi și marne cenușii slab rotunjite și luciate, cu dimensiuni subdecimetrice, plăci de gresii cu hieroglife și fragmente mari de șisturi disodilice. Aceste roci provin din Eocen și Oligocenul în faciesul stratelor de Pucioasa, care flanchează sinclinalele miocene. Foarte rar apar fragmente de marne roșii, provenite din Cretacicul unităților tectonice interne, și de gresii și galeți de șisturi cristaline, provenite din depozitele grosiere ale Miocenului inferior. În masa breciei apar sedimente fine, stratificate, cu treceri gradate spre brecii, care pun în evidență, fără dubii, natura sedimentară a întregii formațiuni.

Spre centrul sinclinalelor, în condiții de sedimentare mai liniștită, se dezvoltă depozite saline, în care intervin local intercalații de marne și brecii. Ele formează masivele deschise la zi, sau întîlnite cu foraje, la Slănic (Prahova), Telega-Cîmpina, Vîlcănești, Cosmina-Trestioara, Sărari-Predeal. Apartenența stratigrafică a acestor masive la orizontul breciei din Tortonian, pe lîngă argumentele oferite de interpretarea datelor geologice de teren, a fost confirmată prin foraje, interceptîndu-se patul sării format din suita Helvețian — tufuri cu globigerine tortoniene.

Grosimea formațiunii de brecii cu sare variază în limite foarte largi, pînă la 600—700 m, uneori pe distanțe scurte, punînd în evidență un relief pretortonian accidentat.

Geneza acestor brecii nu poate fi explicată decît în condițiile existenței unui relief pronunțat, activat de factorii tectonici, care a condus la surparea materialului din compartimentele ridicate formate din terenuri paleogene și cretacice și alunecarea lui pe pantă în depresiunile de concentrare în care se depunea sarea. Este foarte probabil că această compartimentare în zone ridicate și depresiuni a caracterizat faza lagunară din Tortonian, atît în zona paleogenă, cît și în zona mio-pliocenă, rezultînd că formațiunea cu sare s-a depus în bazine izolate de dimensiuni nu prea mari. Condițiile de relief tectonic și faza regresivă care a determinat formarea lagunelor de concentrație au fost create în urma mișcărilor stirice tardive. Ele reprezintă o reeditare a condițiilor în care s-a instalat faciesul salifer din Burdigalian, în urma mișcărilor savice.

Breciile formațiunii salifere din zona miopliocenă, constituind tipul Pietraru, au o compoziție litologică diferită, legată, în primul rînd, de terenurile miocene inferioare care alcătuiau compartimentele ridicate în această zonă. Brecia constă dintr-o aglomerare de mici fragmente angulare de marne și argile care-i dau aspectul dominant. Alte componente subordonate constau din fragmente de gresii, blocuri de conglomerate, șisturi verzi, șisturi disodilice, gresie de Kliwa, gips și tuf. Aceste roci aparțin la origine depozitelor molasei inferioare și Oligocenului în faciesul extern, al gresiei de Kliwa. Partea superioară a formațiunii este constituită mai mult din elemente de gips marnos provenite, probabil, din remanieri intraformaționale.

O notă aparte a breciei de tip Pietraru o dă prezența locală a unor blocuri mari, rulate, de roci de tip dobrogean, ca: porfire roșii, sienite, granite, șisturi verzi și calcare mezozoice fosilifere. Înglobarea acestor blocuri exotice în brecia tortoniană s-ar putea explica prin reluarea lor din creste de conglomerate ale Miocenului inferior, în care se întîlnesc uneori ca elemente, însă de dimensiuni mici. O explicare mai plauzibilă a prezenței acestor blocuri exotice în brecia tortoniană, ca și în cea burdigaliană (Mînzălești-Meledic) necesită o reanalizare mai apropiată a condițiilor paleogeografice din timpul Miocenului, privind marginea platformei moesice în sectorul caledonian și cuvertura mezozoică a acesteia.

În diferite zone se întîlnesc în brecie și pachete de strate de 10—20 m grosime, identificate ca aparținînd molasei inferioare și Oligocenului. Aceste depozite pot avea o poziție tectonică, dar, ținîndu-se seama de caracteristicile depoziționale ale întregii formațiuni, apare mai probabil că reprezintă lame prăvălite din flancurile ridicate ale depresiunilor și însedimentate în brecie.

Complexul de brecii cu sare din zona miopliocenă poate atinge grosimi de 500 m. Depozitele saline apar la zi în complexul breciei la Vîlcănești, Gornetu Cuib, Slavu, Podenii Noi-Valea Dulce, Apostolache, Rudari, Bădila, Pietraru, Negocina. Modul de apariție sugerează că sarea are o dezvoltare lenticulară primară.

Tortonianul salifer este cunoscut mai puțin în zona miopliocenă, la vest de valea Cricovului. În reaparițiile lui la vest de valea Dîmboviței, în Depresiunea Getică, se prezintă în general sub un litofacies obișnuit, marno-nisipos, negricios, cu lentile de sare, totalizînd grosimi de pînă la 300 m (Ocnele Mari). În partea de nord a depresiunii, apar unele perturbări ale sedimentației, după cum rezultă din răspîndirea locală a unor elemente angulare de pietriș, fragmente de tufuri cu Globigerine, de marne helveține și lentile de gresii gipsifere. Depozitele detritice apar atît în patul și acoperișul sării, cît și ca intercalații în sare.

b. *Depresiunea Maramureșului*

Complexul salifer al Tortonianului, în general slab dezvoltat, constă din depozite marno-argiloase gipsifere și depozite saline, încadrate de tufurile cu Globigerine la partea inferioară și o succesiune ce cuprinde tufuri, șisturi argiloase și marne, la partea superioară. Grosimea sării în zăcămîntul de la Ocna Șugatag este de cel puțin 130 m.

c. *Depresiunea Transilvaniei*

După sedimentarea depozitelor cineritice care formează orizontul tufului de Dej, în depresiune se instalează, cu caracter general, constituind o vastă lagună, un regim de concentrație salină, care duce la depunerea unei pături de sare gemă cu o grosime medie de 300 m. Depozitele detritice din acoperișul sării constau dintr-o serie marnoasă, uniformă, cu unele intercalații nisipoase în partea centrală a depresiunii. Gipsuri asociate cu formațiunea sării apar cu totul sporadic. Orizontul șisturilor cu radiolari, care marchează revenirea spre un regim marin normal, îmbracă un facies predominant marnos. Pe marginea nordică a depresiunii, în aparițiile la zi peste tuful de Dej, formațiunea sării prezintă un facies de brecii sedimentare salinizate. În afară de elementele provenite din roci mai vechi de pe rama bazinului, apar și blocuri de gips, constituind un indiciu că formarea breciilor este legată de instabilitatea sedimentelor salifere contemporane depuse pe panta bazinului.

## D. CONCLUZII

Cu excepția ivirilor sporadice de sare în Triasicul mediu din Platforma Moesică, principalele depozite salifere din România aparțin la două niveluri stratigrafice, unul inferior, de vîrstă burdigaliană (la baza Miocenului), dezvoltat în avanfosa carpatică, și altul superior, în Tortonian, dezvoltat atît în avanfosa carpatică, cît și în Depresiunea Transilvaniei și în Maramureș.

Între cele două niveluri de formațiuni saline se interpune seria groasă a molasei inferioare, iar peste nivelul din Tortonian se dezvoltă molasa superioară (sarmată-pliocenă).

Formațiunea saliferă inferioară cuprinde sare gemă, gipsuri și formațiuni caracteristice de brecii și argile cu blocuri de natură esențial sedimentară. Sarea formează lame și corpuri masive diapire, îndeosebi în zona mio-pliocenă.

Formațiunea saliferă superioară este caracterizată, de asemenea, prin depozite de brecii sedimentare dezvoltate îndeosebi în avanfosă. În Depresiunea Transilvaniei, sarea gemă formează o cuvertură cvasicontinuă, cu o grosime medie de 400 m, acoperită de depozite marno-argiloase. Faciesul de brecii apare numai pe bordura de nord a depresiunii.

# CONSIDERAȚII ASUPRA MODULUI DE FORMARE A STRUCTURILOR DIAPIRE DIN ROMÂNIA

I. Pătruț, D. Paraschiv și O. Dicea

Natura posibil diapiră a sării din România a fost remarcată, cu mai bine de 100 de ani în urmă, de către Posepny (1871), care a încercat să dea și o explicație fenomenului, prin forțele moleculare din interiorul sării.

Cîteva decenii mai tîrziu, Mrazec și Teisseyre (1902) au arătat că formațiunile salifere și masivele de sare care apar în zonele carpatice și subcarpatice din România sînt de vîrstă miocenă sau mai veche și că prezența sării în sîmburii anticlinalelor pliocene este datorată mișcărilor tangențiale.

Ulterior, Mrazec a adîncit studiul structurilor halotectonice, le-a definit sub numele de „cute diapire" (1907) și, în scurte comunicări (1907, 1908), a arătat cauzele care le produc și modul lor de formare. El și-a sintetizat apoi toate ideile într-o lucrare publicată în anul 1915, care poate fi considerată ca lucrarea de bază asupra diapirismului.

Potrivit definiției lui Mrazec (1915), cutele diapire sînt structuri anticlinale cu un sîmbure (nucleu) de roci plastice (reprezentate prin diferite tipuri de roci, inclusiv cele magmatice), care străpung formațiunile din acoperiș, iar diapirismul este un fenomen general, specific învelișurilor superficiale ale scoarței și, în special, zonelor de cute tinere ce înconjoară și însoțesc sistemele alpine.

Formarea cutelor diapire (Mrazec, 1915) este datorată, pe de o parte, plasticității sării, care se accentuează pe măsură ce presiunea exercitată de depozitele din acoperiș și temperatura cresc, iar pe de alta, forțelor tangențiale. Sub influența lor, sarea părăsește forma inițială de depunere stratiformă și se scurge către zonele de minimă rezistență din bolțile anticlinalelor, unde se îngrămădește sub formă de masive. Acestea, într-o altă etapă, sub acțiunea crescîndă a forțelor tangențiale, sînt comprimate și expulzate către suprafață. În acest proces au loc fenomene complexe de subțieri, laminări, striviri și rupturi ale rocilor din înveliș. În ultima fază de evoluție a cutelor diapire, sarea iese la zi și descărcată de presiuni, se revarsă ca o masă vîscoasă, sub formă de ciupercă, ce acoperă partea superioară a depozitelor străpunse.

În marea varietate de cute diapire, Mrazec (1915) a distins două tipuri principale: domuri cu sîmbure diapir și anticlinale diapire longitudinale, ultimele putînd fi de tipul „cutelor solzi" sau chiar al „pînzelor solzi".

Potrivit schemei prezentate de Mrazec, în care forțele tangențiale și plasticitatea sării au un rol determinant, mecanismul de formare a structurilor diapire apare ca un simplu proces mecanic, realizat într-o etapă de timp foarte scurtă, după depunerea întregului complex de sedimente mio-pliocene. Într-o altă ipoteză, însă, elaborată de Macovei (1916), aceste cute iau naștere pe încetul, într-o perioadă îndelungată de timp, paralel cu procesele de sedimentare.

În anii dintre cele două războaie mondiale, depozitele miocene și masivele de sare au fost cercetate de numeroși geologi, dar, sub aspectul mecanismului de formare a cutelor diapire, marea lor majoritate s-au alăturat ipotezei tectonice a lui Mrazec, susținută acum, cu multe argumente, de Stille. Din această perioadă merită, totuși, reținută părerea lui Krejci (1925, 1929), potrivit căreia cutele diapire iau naștere prin efectul conjugat al cutărilor și izostaziei, precum și încercarea lui Pustowka (1928) de a explica procesul de extruziune a sării ca urmare a greutății sedimentelor acoperitoare. Ambele concepții încearcă să adapteze la condițiile geologice specifice din România o serie de ipoteze, care cîștigau tot mai mult teren, formulate de geologii germani (Arhenius, Harbort, Lachman).

În timpul celui de-al doilea război mondial, Olteanu (1943) și Popescu (1943) precizează că unele dintre masivele de sare, considerate pînă atunci ca miocene inferioare, sînt de vîrstă tortoniană și, pentru un timp, cît a fost necesar ca existența a două formațiuni cu sare să fie confirmată, problema diapirismului iese din atenția cercetărilor. Ea este reluată abia în 1948 de Atanasiu, care acceptă ipoteza lui Arhenius, susținînd că deplasarea sării este amorsată prin cutare, dar că are loc sub acțiunea presiunii (neomogen distribuite) exercitate de cuvertura de sedimente din acoperiș.

Un an mai tîrziu, Pătruț (1949) observă că, în nordul Depresiunii Transilvaniei, formațiunile care acoperă sarea tortoniană au o structură diferită de a celor subjacente și axează mecanismul de formare a masivelor din zonă pe

curgerea plastică a sării către suprafețele de minimă rezistență.

În 1965, după analiza unui important volum de date din zona cutelor diapire și sub influența concepțiilor lui Barton, Nettleton, Trusheim (1960) și Kosîghin (1962), Olteanu ajunge la concluzia că mișcarea sării este cauzată de forțele care nasc din diferența de densitate dintre halite și rocile acoperitoare, dar fără a nega rolul forțelor tangențiale, care prin generarea de cute anticlinale au amorsat mișcarea sării și apoi au accelerat-o.

Istoricul succint, prezentat mai sus, cu privire la structurile diapire din România scoate în evidență, pe de o parte, faptul că diapirismul a fost observat, denumit, definit și explicat, pentru prima dată, în România, iar pe de alta că școala geologică română a fost în permanență la curent cu evoluția concepțiilor pe plan mondial asupra formării structurilor cu sîmburi de sare, încercînd să adapteze ideile noi la condițiile specifice din subcarpații românești.

## Gradul actual de cunoaștere geologică a avanfosei carpatice

Intensificarea cercetării subsolului românesc în perioada de după 1950, a condus la o îmbunătățire a gradului de cunoaștere geologică a avanfosei mio-pliocene, la care au contribuit numeroși geologi, geofizicieni, paleontologi, petrografi din cadrul Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei și din alte instituții cu preocupări geologice. Ideile lor sînt cuprinse în numeroase rapoarte existente la Fondul geologic.

Datele noi obținute prin lucrările de prospecțiune seismică și forajele de cercetare geologică au precizat că vorlandul Carpaților, cu caractere de platformă, se afundă în trepte sub depozitele miocene inferioare (pl. I, II) și în acest fel s-a confirmat poziția avanfosei carpatice, cu flancul intern dispus pe substrat carpatic cutat și cu cel extern — pe substratul platformic necutat (fig. 1).

În zona dintre rîurile Dîmbovița și Buzău, la care se referă lucrarea de față, datele seismice și de foraj au arătat că molasa miocenă inferioară se extinde pe Platforma Moesică, pînă la

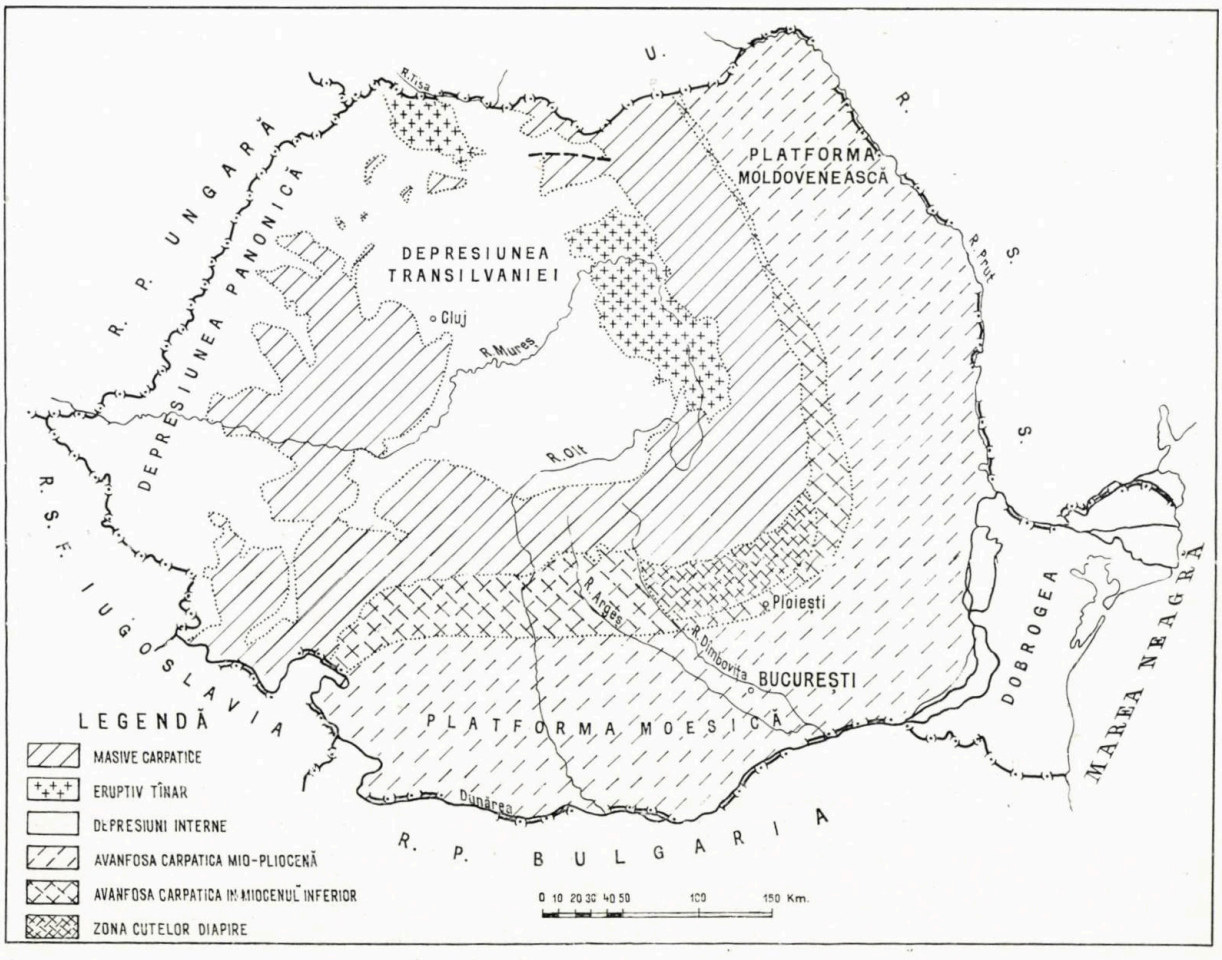



Fig. 1. Avanfosa carpatică mio-pliocenă.

o linie care ar trece pe la sud de orașele Găiești și Ploiești și pe la nord de Mizil (pl. I). Această linie corespunde, în ansamblu, unui accident tectonic major din platformă (falia Bibești-Tinosu), în lungul căruia au avut loc mișcări verticale, ce au permis extinderea spre sud a avanfosei în miocenul superior (fig. 1) și încălecarea miocenului inferior peste cel superior în timpul mișcărilor atice (pl. II).

Potrivit datelor de foraj, substratul paleogen al molasei miocene inferioare se extinde, de la nord spre sud, pînă la linia Moreni-Răzvad-Șuța Seacă (pl. I, II). Acest fapt, în context cu prezența platformei la Brătești și, probabil, la Mărgineni (pl. III), permite să se considere că limita dintre substratul carpatic și cel platformic al avanfosei ar putea urmări o linie ce trece, aproximativ, pe la sud de Șuța Seacă-Moreni-Băicoi-Țintea.

Mai departe spre est, această limită constituie o problemă asupra căreia s-ar putea formula mai multe ipoteze, dar care nu au legătură cu obiectul acestei note și, deci, nu se insistă asupra lor.

Raporturile dintre substratul carpatic și cel platformic al avanfosei constituie, de asemenea, o problemă. Pe linia Șuța Seacă-Răzvad-Moreni depozitele paleogene au o poziție ridicată, sugerînd o încălecare peste platformă, ca un efect probabil al cutărilor savice (pl. II).

Datele seismice au mai precizat că în zona cu substrat carpatic a avanfosei, principalele elemente structurale cunoscute la nivelul pliocenului există ca atare și în Miocen și în Paleogen, în timp ce în zona ei externă, Miocenul se dispune discordant pe depozitele cretacice monoclinale ale platformei.

Pentru a încheia referirile la prospecțiunea geofizică, trebuie menționat că masivele de sare nu generează reflecții seismice și, în lipsa forajelor, acest fapt constituie singurul mijloc de apreciere a prezenței și grosimii sării în adîncime.

Cercetările de suprafață, prospecțiunile geofizice și forajele au pus în evidență sau au sugerat existența a numeroase structuri diapire, cu forme și dimensiuni variate, dar în care se pot distinge totuși cîteva trăsături generale:

— Structurile diapire se dispun liniar, formînd zone structurale majore, paralele Carpaților și principalelor linii tectonice de pe marginea de nord a platformei.

— În sectorul carpatic al avanfosei, sarea a străpuns, pe alocuri, atît Miocenul, cît și Pliocenul, în timp ce în cel platformic nu a străpuns decît Miocenul inferior (pl. II).

— Forma structurilor diapire pare să schițeze o diferențiere evolutivă de la interiorul spre exteriorul avanfosei (pl. II). Pe marginea internă, structurile sînt complicate, deseori în formă de cute solzi (diapire răsturnate), în timp ce la sud sînt mai simple, cu sîmburi de sare de tipul „salt walls" și „salt stocks" (diapire exagerate). În sectorul extern al avanfosei, structurile prezintă o formă simplă, domală (diapire atenuate), iar masivele de sare sînt de tipul „salt pillows" și numai rareori de tipul „salt stocks".

## Evoluția geologică a avanfosei carpatice

Formațiunile salifere, cu care începe molasa miocenă, s-au depus în condițiile unui substrat eterogen din punctul de vedere al constituției, evoluției, vîrstei și reliefului. În flancul intern, substratul paleogen prezintă o structură schițată în cutările savice, exprimată sub formă de cute largi, orientate, în linii mari, pe direcția masivelor carpatice, în timp ce flancul extern, corespunzător marginei afundate a Platformei Moesice, era fragmentat în numeroase blocuri de o rețea de falii, cele mai importante urmărind, de asemenea, direcția carpaților.

Elementele structurale pozitive, în bună parte emerse, au furnizat material detritic, care, în funcție de energia reliefului, de distanța și de agenții de transport specifici unui climat arid, s-a sedimentat în zonele morfostructurale submerse (sinclinale, respectiv blocuri scufundate), sub formă de brecii, arenite sau pelite. Sarea, care s-a depus în același timp, apare fie diseminată în aceste depozite, fie sub formă de strate mai groase sau mai subțiri.

Grosimea normală a formațiunii cu sare este greu de apreciat acum, dar este sigur că a fost redusă pe marginile avanfosei (unde dominau breciile sedimentare) și mai mare către interior (unde domina sarea), probabil cu grosimi maxime (pînă la 1000 m) în partea centrală a avanfosei, la nord și la sud de linia Moreni-Băicoi-Țintea.

Formațiunea cu sare a îngropat relieful premiocen și l-a nivelat, iar în continuare avanfosa a intrat într-o fază de subsidență activă, în care depozitele s-au acumulat, totuși, preferențial, cu grosimi mai mari (pînă la 3000 m) în zonele vechi sinclinale și mai mici în zonele ridicate.

Către sfîrșitul Miocenului inferior, ca urmare a cutărilor stirice (în accepțiunea lui Stille), cutele vechi carpatice, din flancul intern al avanfosei, au început să se ridice și cu încetul au ajuns la suprafață, redînd ariei de sedimentare forma de la începutul Miocenului, cu boltiri anticlinale orientate paralel cu carpații, separate prin sinclinale largi. În cuprinsul acestora, în Tortonianul inferior a luat naștere o nouă formațiune saliferă, care cuprinde, de asemenea, numeroase brecii sedimentare și strate cu grosimi variabile de sare, dezvoltate local.

În flancul platformic al avanfosei nu există dovezi certe că s-au realizat condiții pentru depunerea formațiunii salifere tortoniene. Ma-

sivele de sare de la Bucșani, Aricești, Ploiești și Urlați, lipsite de conținut paleontologic concludent, se situează, însă, imediat sub Sarmațian, și de aceea s-ar putea accepta, provizoriu, că sarea tortoniană este prezentă și în această zonă.

În Tortonianul superior, avanfosa este invadată de ape marine. Afundarea ei antrenează și vechiul țărm sudic, astfel că aria de sedimentare este acum mai largă decît în Miocenul inferior și se menține, ca atare, și în Sarmațian. În tot acest timp, depozite cu grosimi mai mari s-au acumulat în zonele vechi sinclinale din Carpați și în partea sudică a avanfosei, în special la sud de falia Bibești-Tinosu (pl. II). Cea mai mare parte a crestelor anticlinale individualizate înainte de Tortonian au păstrat, totuși, o poziție ridicată (pl. I), fiind în bună parte emerse.

Către sfîrșitul bessarabianului (Sarmațian mediu) are loc o nouă ridicare a avanfosei (mișcările atice), urmată, în scurt timp, de afundarea generală a avanfosei, care începe o dată cu Pliocenul și se continuă neîntrerupt pînă în cuaternar, pentru a sfîrși cu cutările valahice.

**Formarea cutelor diapire**

În funcție de natura substratului, este legitim să se creadă că diapirismul sării din avanfosa carpatică a îmbrăcat aspecte diferite ca mod de formare și evoluție : în zona externă, după modelele schițate în platformele germană (T r u s h e i m, 1960), americană (în H a l b o u t y 1967) și rusă (în K o s î g h i n 1962), iar în cea externă, după un model mai complicat, în care intervin și forțele de cutare (M r a z e c, 1907).

Datele actuale de cunoaștere geologică susțin această premisă generală, dar, pe de altă parte, arată că diapirismul sării din avanfosă carpatică prezintă caractere specifice și complexe, legate, nu atît de natura substratului, cît de existența a două formațiuni cu sare, de evoluția geotectonică a avanfosei și de momentele principale din această evoluție. Din aceste motive, s-a considerat că este mai indicat ca problema formării cutelor diapire să fie prezentată genetic, urmărindu-se, separat, modul în care cele două formațiuni cu sare au dat naștere la masive și cum acestea au evoluat în timp, în funcție de condițiile geotectonice și de natura substratului.

**Formarea cutelor diapire cu sare miocenă inferioară**

Datele de cunoaștere geologică a avanfosei carpatice (pl. I, II, III) arată că, înainte de Pliocen, în ambele ei flancuri existau cute străpunse total sau numai parțial de sîmburi de sare, fapt care sugerează că aceste structuri evoluaseră de o manieră practic asemănătoare pe întregul cuprins al avanfosei, indiferent de natura substratului.

În aceste condiții, formarea structurilor halocinetice în timpul Miocenului ar putea fi schițată ca o ipoteză de lucru, în următoarea formă.

După depunerea formațiunii salifere, în care sarea era neuniform distribuită și foarte diferită sub aspectul purității și masivității, a urmat acumularea molasei inferioare, în condițiile unei mobilități excesive a substratului, supus acțiunii forțelor tangențiale la interior și celor oscilatorii la exterior. Această mobilitate a condus, pe de o parte, la amplificarea și fragmentarea formelor structurale schițate în cutarea savică în sectorul carpatic, iar pe de alta la fragmentarea vorlandului în blocuri, cu tendințe diferite, de ridicare sau afundare. În acest fel s-a conturat, și apoi s-a accentuat o serie de zone de subsidență, corespunzătoare sinclinalelor în Carpați și blocurilor scufundate în platformă, în care depozitele miocene inferioare s-au acumulat preferențial și au creat un dezechilibru izostazic, ce a amorsat curgerea sării către zonele de grosimi de sedimente mai mici (creste anticlinale, linii de faliere). Curgerea a fost, evident, favorizată de plasticitatea sării, accentuată de presiunile și temperaturile ridicate din adîncime.

Mișcarea sării s-a amorsat încă din Miocenul inferior și a continuat din ce în ce mai activ, pe măsura acumulării de sedimente noi în zonele de subsidență, pînă la începutul Tortonianului. În acest moment, ca urmare a mișcărilor stirice, cutele anticlinale vechi, paleogene, din Carpați, acoperite de Miocen inferior, au fost ridicate deasupra apelor și au intrat în sfera de acțiune a eroziunii, iar ridicări asemănătoare au avut loc și în sectorul platformic al avanfosei, în lungul liniilor de faliere, de la Mărgineni și Vlădeni. Aceste zone majore și-au păstrat poziția ridicată, pînă la începutul Pliocenului, în timp ce în sinclinalele sau blocurile tectonice adiacente sedimentarea a continuat normal sau cvasinormal, cu depozite tortoniene (inclusiv sare) și Sarmațiene.

În intervalul dintre tortonianul inferior și începutul Pliocenului au avut loc, deci, pe de o parte o descărcare continuă de presiune (prin eroziune) a zonelor ridicate, iar pe de alta creșterea presiunii în zonele sinclinale (prin depunerea de noi sedimente). Acest fapt, intensifică curgerea și acumularea sării sub formă de masive, care, în final, boltesc depozitele din acoperiș sau chiar le străpung, acolo unde au existat accidente tectonice în substrat.

Prin străpungerea depozitelor din acoperiș, masivele de sare au intrat sub acțiunea eroziunii, dar mișcarea halitelor a putut continua în condițiile unei alimentări continue din profunzime.

În felul schițat, formarea primelor masive de sare din avanfosa carpatică, are loc în intervalul dintre sfîrșitul Miocenului inferior și începutul Pliocenului și poate fi privită, în esență, ca un fenomen gravitațional, datorat diferenței de densitate dintre sare și rocile din acoperiș. Acesta a fost favorizat de acumularea neuniformă a cuverturii sării, declanșat de mișcările substratului și, apoi, întreținut și intensificat de cutare și mișcările verticale, iar într-o anumită măsură chiar de eroziunea zonelor ridicate. Curgerea a fost, evident, facilitată de plasticitatea sării, accentuată de presiunile și temperaturile mari din adîncime.

În detaliu, forma, amploarea și distribuția cutelor diapire, poartă amprenta unor condiții locale. Astfel, pe marginea internă a avanfosei cutele sînt dispuse sub formă de solzi (pl. II), în care sînt implicate Paleogenul și întreaga molasă miocenă inferioară. În această zonă, sarea din baza molasei a avut inițial o grosime redusă și a rămas captivă în fundul sinclinalelor. Manifestări diapire apar, însă, la sud de linia Cîmpina-Pucioasa, unde acumularea halitelor pare să fi fost controlată de un mare anticlinoriu pretortonian, situat de o parte și de alta a văii Dîmboviței (pl. I). El este mărginit la nord de sinclinalul Valea Lungă și la sud de falia care separă substratul carpatic de cel platformic al avanfosei (linia Moreni-Băicoi).

Anticlinoriul a fost profund erodat și îngropat în Pliocen, astfel că structura lui de detaliu este greu de precizat. Sub planul de transgresiune a Meoțianului s-a identificat, însă, existența mai multor culminații de Oligocen, dispuse pe linii structurale și separate prin șei umplute cu sare și depozite detritice miocene inferioare (pl. I). Grosimea sării nu depășește decît excepțional cîteva sute de metri și se poate crede că masivele acumulate aici, înainte de Pliocen, nu au fost de importanță deosebită (molasa detritică miocenă inferioară se reazemă, uneori, chiar direct pe Oligocen). Masive mai importante s-au acumulat, însă, în flancul sudic al anticlinoriului, unde se pare că sarea provine din zona cu substrat platformic al avanfosei (fig. 2).

La nord de Răzvad, anticlinoriul se împarte în două ramificații, ce se afundă repede, cea nordică în direcția N—E, pe linia structurală Colibași-Cîmpina, iar cea sudică spre E, pe linia Moreni-Băicoi. Între ele este cuprins sinclinalul Mislea (pl. I).

În lungul liniei nordice, sarea s-a manifestat diapir, la Colibași și Cîmpina. În prima zonă, structura masivului de sare este complexă (fig. 3), ca urmare a reactivării lui în postpliocen, dar anterior a fost cu siguranță mai simplă, sub forma unei cute cu sarea rămasă în adîncime. Înainte de Pliocen cuta a fost erodată pînă aproape de acoperișul sării.

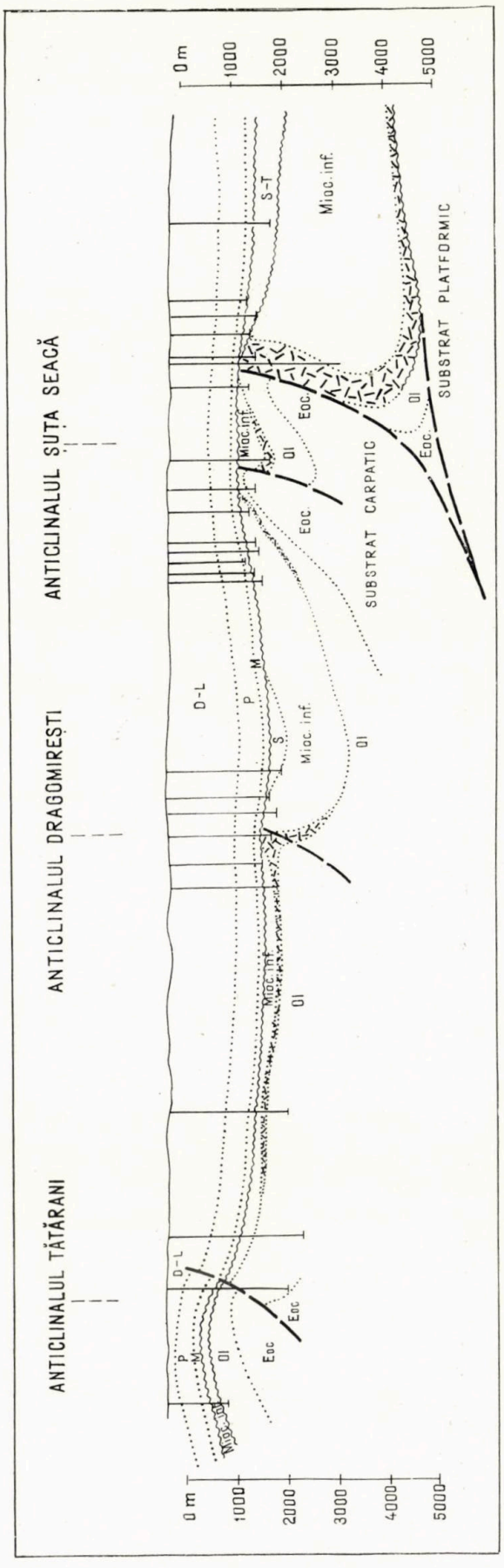



Fig. 2. Secțiune geologică în zona Văii Dîmboviței. Cute diapire miocene, inferioare, îngropate în Pliocen.

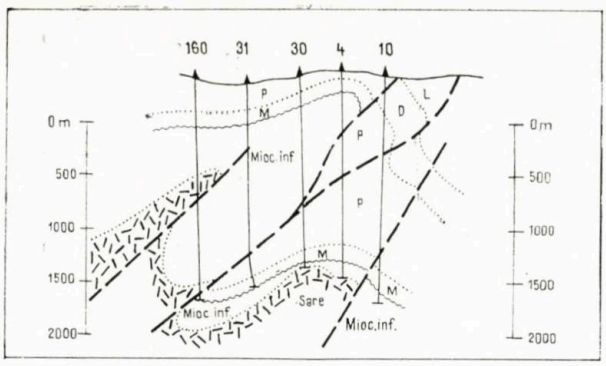



Fig. 3. Cutele diapire de la Colibaşi. Sarea şi Miocenul inferior, încalecă sau bolteşte Pliocenul, sub acţiunea forţelor tangenţiale.

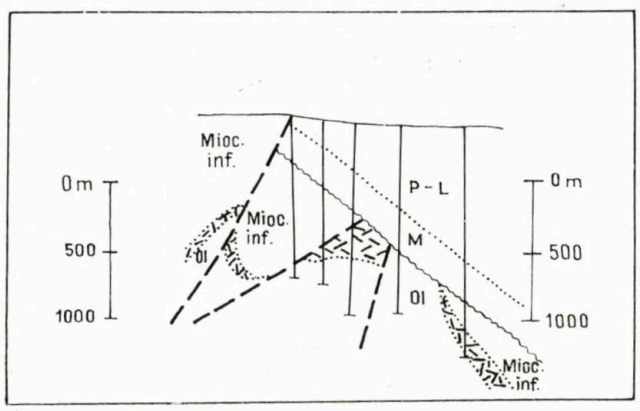



Fig. 4. Structura diapiră fosilă de la Cîmpina (Sarea de vîrstă miocenă inferioară).

La Cîmpina există un masiv de sare erodat, şi apoi îngropat în Pliocen (fig. 4), ca un masiv fosil.

În lungul structurii majore Moreni-Băicoi sînt cunoscute cutele diapire cu sare, devenite clasice, de la Moreni, Floreşti, Băicoi şi Ţintea, care străpung toată secvenţa de depozite miopliocene şi ajung la zi. Cu multă probabilitate, înainte de Pliocen, molasa detritică miocenă inferioară îmbracă forma unei cute anticlinale majore, faliată longitudinal. Sarea s-a acumulat în tot lungul cutei, posibil sub forma unui zid (wall) rămas în adîncime (fig. 5), dar din care, în unele locuri, s-au desprins stîlpi ce au străpuns depozitele miocene (pl. II, fig. 6, 7).

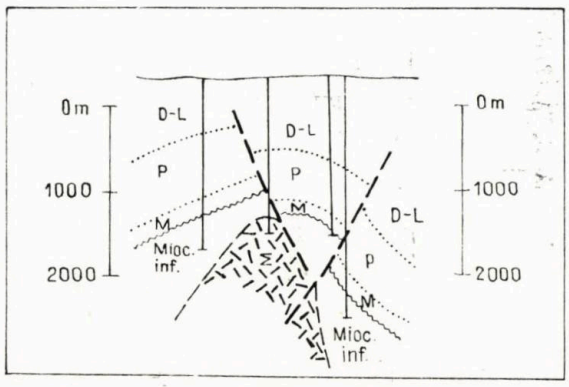



Fig. 5. Cuta diapiră de la Filipeşti. Sarea de vîrstă miocenă inferioară, sub acţiunea forţelor tangenţiale, bolteşte şi fracturează depozitele pliocene.

Masivul de sare de la Moreni (pl. II) prezintă o structură reactivată în Pliocen, care a şters structura pre-pliocenă. O încercare de reconstituire sugerează că străpungerea sării ar fi fost mai posibilă în flancul sudic, unde sarea provenea din zona platformică a avanfosei.

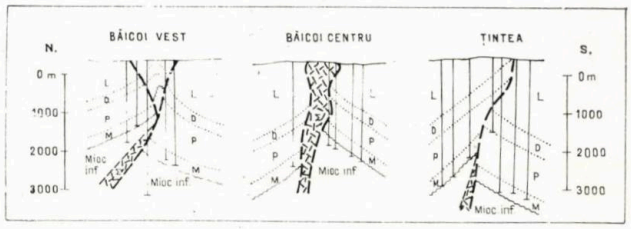



Fig. 6. Cuta diapiră de la Băicoi-Ţintea. Sarea de vîrstă miocenă se afundă la extremităţile cutei.

În jumătatea sudică a avanfosei, acumulări de sare miocenă inferioară au fost deschise pe structurile Mărgineni şi Măneşti. Prima structură se prezintă, în Miocenul inferior (3000 m grosime), ca o boltă largă acoperită apoi de Pliocen (pl. II, III). Cuta se continuă spre vest cu structura Bucşani, iar la est cu structurile de la Aricesti, Boldeşti şi Podeni, formînd o zonă structurală majoră orientată aproximativ E—V.

Boltirea depozitelor miocene inferioare de la Mărgineni (înclinări de ordinul a 10° pînă la

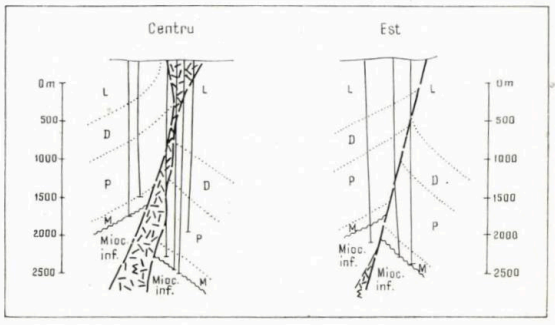
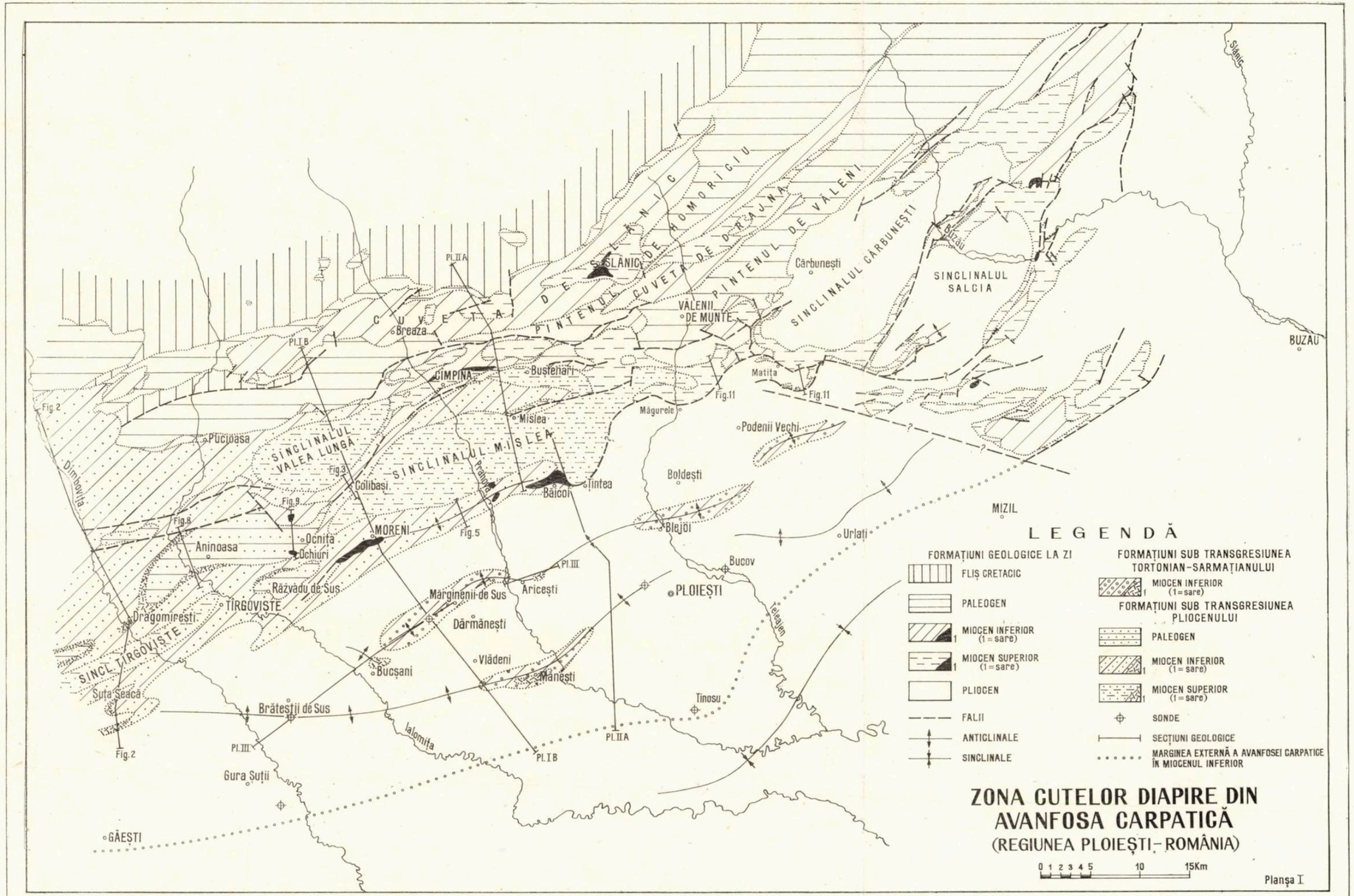



Fig. 7. Cuta diapiră de la Floreşti. Sarea de vîrstă miocenă inferioară se afundă brusc în est.

maximum 20°) este datorată unei acumulări de sare în adîncime sub forma unei perne (salt-pillow), care are circa 1000 m grosime. Pe structurile de la Boldeşti şi Podeni, sarea miocenă inferioară nu a fost încă deschisă, dar există motive să se creadă că ea este prezentă şi că s-a manifestat diapir chiar mai activ, fapt justificat de înclinările mari ale depozitelor miocene inferioare.

La Măneşti, sarea apare de sub molasa inferioară, în forma unui stîlp (stock) îngropat


SLĂNIC
CUVETA DE SLĂNIC DE HOMORÎCIU
PINTENUL CUVETEI DE DRAJNA
PINTENUL DE VALENI
SINCLINALUL CĂRBUNEȘTI
SINCLINALUL SALCIA
Sărata
BUZĂU
Cărbunești
Bucșoiu
VALENII DE MUNTE
Matita
Fig.11
Fig.11
Măgurele
Podenii Vechi
Boldești
MIZIL
Urlați
Bucov
PLOIEȘTI
Telejen
Tinosu
Breaza
CÎMPINA
Buștenari
Mislea
SINCLINALUL VALEA LUNGĂ
SINCLINALUL MISLEA
Fig.2
Pucioasa
Dîmbovița
Fig.3
Colibași
Prahova
Tîntea
Băicoi
Fig.9
Fig.8
Fig.5
MORENI
Ocnița
Aninoasa
Ochiuri
Răzvadu de Sus
Mărginenii de Sus
Aricești
Dărmănești
TÎRGOVIȘTE
Dragomirești
SINCL. TÎRGOVIȘTE
Vlădeni
Bucșani
Mănești
Suta Seacă
Brătești de Sus
Ialomița
Fig.2
Gura Sutii
GĂEȘTI
PL.IIA
PL.IIB
PL.III
PL.IB
PL.IIA
PL.III
LEGENDĂ
FORMAȚIUNI GEOLOGICE LA ZI
FLIȘ CRETACIC
PALEOGEN
MIOCEN INFERIOR (1 = sare)
MIOCEN SUPERIOR (1 = sare)
PLIOCEN
FALII
ANTICLINALE
SINCLINALE
FORMAȚIUNI SUB TRANSGRESIUNEA TORTONIAN-SARMAȚIANULUI
MIOCEN INFERIOR (1 = sare)
FORMAȚIUNI SUB TRANSGRESIUNEA PLIOCENULUI
PALEOGEN
MIOCEN INFERIOR (1 = sare)
MIOCEN SUPERIOR (1 = sare)
SONDE
SECȚIUNI GEOLOGICE
MARGINEA EXTERNĂ A AVANFOSEI CARPATICE ÎN MIOCENUL INFERIOR
ZONA CUTELOR DIAPIRE DIN AVANFOSA CARPATICĂ
(REGIUNEA PLOIEȘTI - ROMÂNIA)
0 1 2 3 4 5 10 15Km
Planșa I

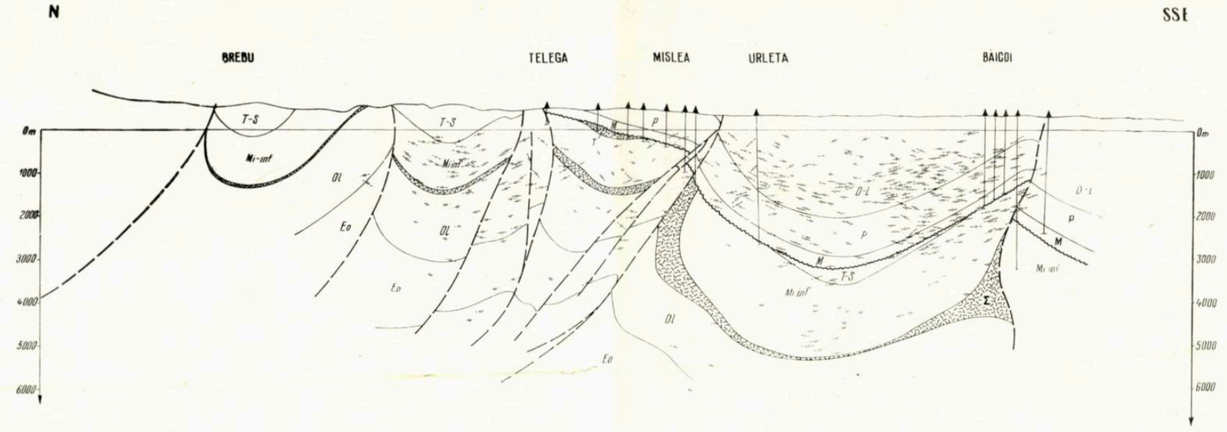
SECTIUNI TRANSVERSALE

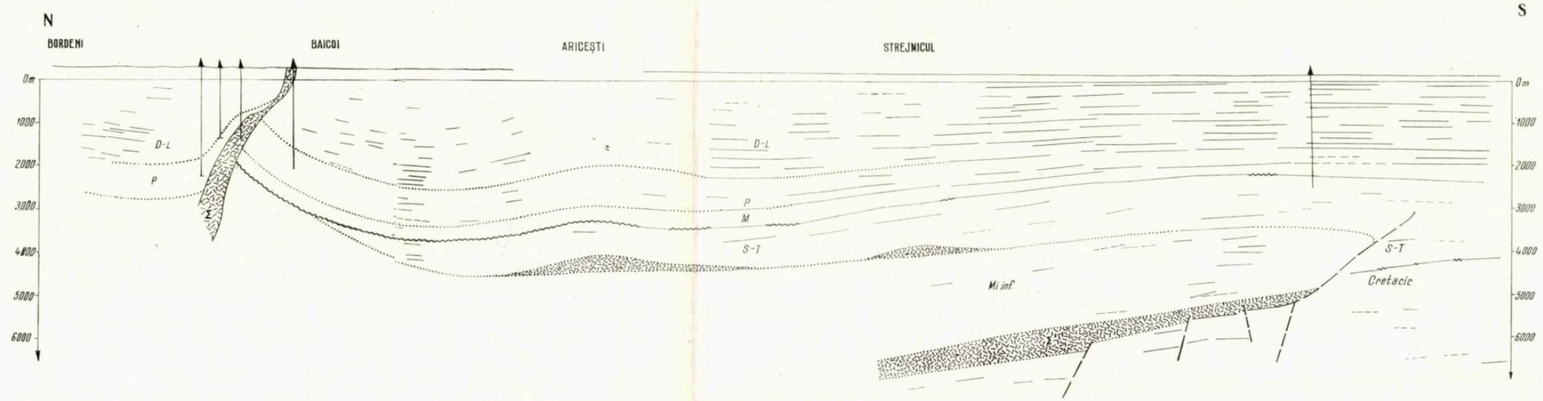
# ZONA CUTELOR DIAPIRE

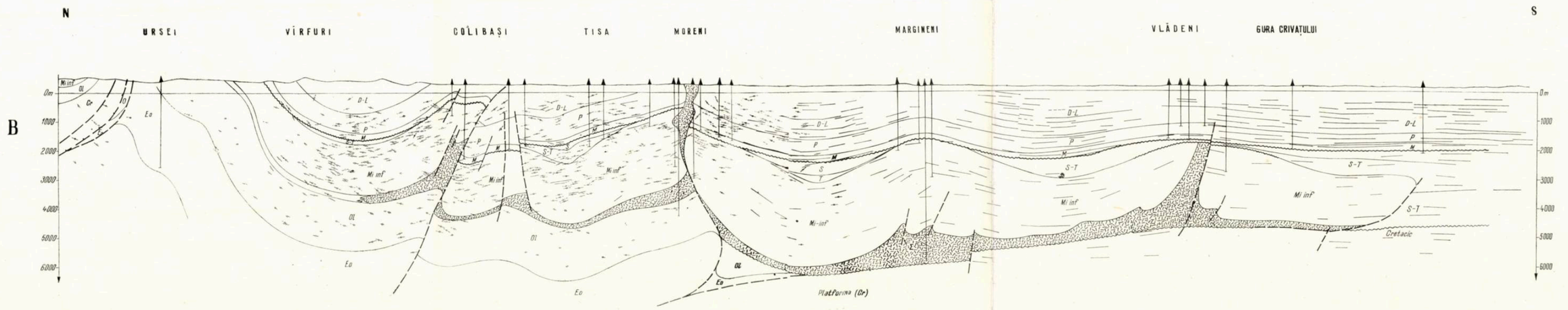
(REGIUNEA PLOIEȘTI)

0 1 2 3 4 5 Km

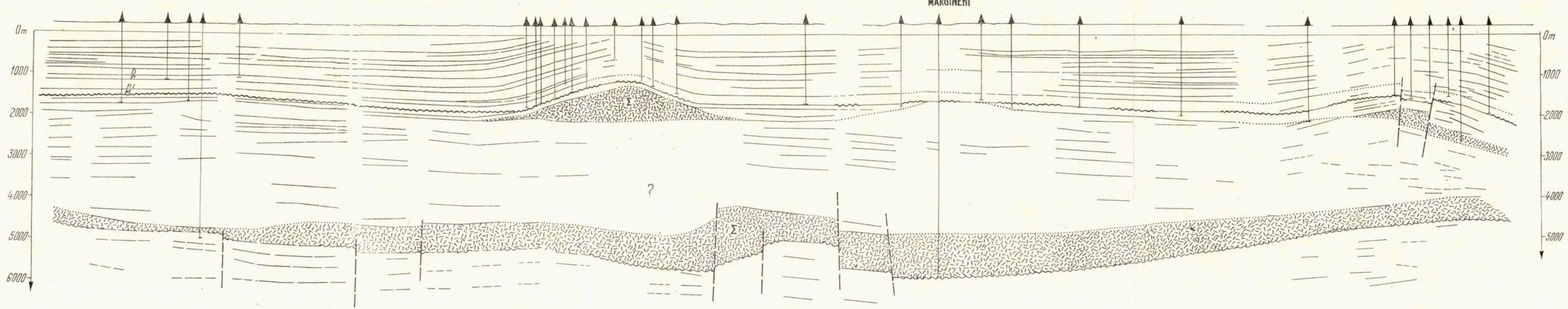
A




Planșa II




SECȚIUNEA LONGITUDINALĂ

# BRĂTEȘTI – ARICEȘTI

POZIȚIA TRANSGRESIVA A SĂRII MIOCENE INFERIOARE
PE DEPOZITELE CRETACICE DIN PLATFORMĂ

0 1 2 3 4 5 Km

Planșa III

de sarmaţian. Structura se încadrează, de asemenea, într-un element structural major, care se întinde spre vest pînă la Brăteşti, iar spre est pînă la Ploieşti, de unde mai departe s-ar putea lega cu structura Urlaţi-Ceptura.

Accidentele disjunctive de la Măneşti par să fi fost foarte active în tot timpul Miocenului, constituind o zonă în permanenţă ridicare, în lungul căreia, sarea, sub acţiunea forţelor arhimedice, s-a acumulat în formă de stîlp.

În timpul Sarmaţianului superior, a avut loc o ridicare aproape generală a avanfosei, o dată cu care ia sfîrşit şi prima fază din evoluţia masivelor cu sare de vîrstă miocenă inferioară.

Depozitele pliocene, care marchează începutul unei noi etape de sedimentare activă, au acoperit transgresiv şi au îngropat structura preexistentă, descrisă anterior. Acest tip de structură veche nu putea să nu influenţeze procesul de acumulare a depozitelor pliocene şi într-adevăr, privite în general, acestea sînt mai subţiri în cadrul anticlinoriului major din Valea Dîmboviţei şi mai groase în zonele adiacente. Sînt, de asemenea, mai bine dezvoltate la nord şi sud de structurile Floreşti-Băicoi-Ţintea, în zona de la Curbura Carpaţilor şi în flancul platformic al avanfosei, de o parte şi de alta a faliei Bibeşti-Tinosu.

Variaţii de grosime, corelate cu formele pozitive şi negative, sînt sesizabile în toate etajele pliocenului, dar cele mai importante apar totuşi în Levantin, care corespunde fazei finale de umplere a avanfosei şi marchează primele manifestări mai evidente ale mişcărilor valahice.

Existenţa unui acoperiş pliocen cu grosimi neuniforme a reprezentat, dintr-un început, o condiţie favorabilă reamorsării mişcării şi curgerii sării miocene inferioare, dar problema este totuşi mai complicată.

În zona cu substrat platformic al avanfosei, sarea miocenă inferioară apare ca o sare captivă, în ciuda surplusului de greutate corespunzător celor 3000 m de depozite sarmaţiene şi pliocene. Ea a produs doar cîteva boltiri ale depozitelor pliocene, mai pronunţate la vest de Valea Prahovei (Boldeşti).

În zona cu substrat carpatic, însă, sarea miocenă inferioară s-a manifestat diapir, în timpul cutărilor valahice, tot în lungul liniilor structurale majore vechi, moştenite, unde a fost semnalat şi diapirismul miocen. Formele de manifestare sînt variate, dar dacă se lasă la o parte unele detalii, se constată că în cadrul anticlinoriului din V. Dîmboviţei (fig. 8, 9) şi în cuprinsul ramificaţiei lui nordice (Colibaşi-Cîmpina, fig. 3) sarea a funcţionat ca lubrifiant pentru formaţiunile miocene inferioare din acoperiş, dînd naştere la încălecări de la nord spre sud, în timp ce în cadrul ramificaţiei Moreni-Băicoi (pl. II, fig. 5—6) a străpuns întreaga succesiune de depozite pliocene. Aceste forme caracteristice de manifestare diapiră pot coexista, însă, cu străpungeri numai parţiale, cu simple boltiri sau chiar cu diapire vechi, fosile, deseori chiar în cadrul aceleiaşi cute (fig. 5—6), şi acest fapt sugerează, de la început, natura pur tectonică a cauzelor care le-au generat.

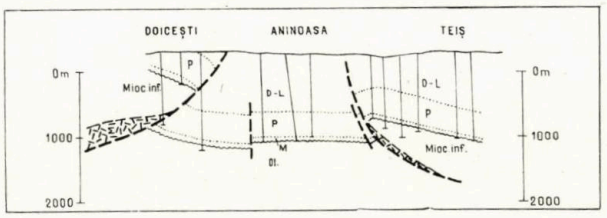



Fig. 8. Cutele diapire de la Doiceşti şi Aninoasa. Sarea şi molasa din axul structurii au fost erodate, cuta fiind apoi îngropată în Pliocen. În Levantin, sub acţiunea forţelor tangenţiale, molasa miocenă inferioară a glisat pe sare, încălecînd depozitele pliocene din faţă.

Ilustrative pentru lipsa oricăror influenţe izostazice în diapirismul pliocen sînt structurile halocinetice de la Mislea (pl. II) şi de la Cîmpina (fig. 4), în care, chiar în condiţiile unei stive groase de depozite pliocene (circa 3 500 m), prezentă în sinclinalul Mislea de la sud (pl. I, II), sarea a rămas totuşi nemişcată, sub formă de masive fosile.

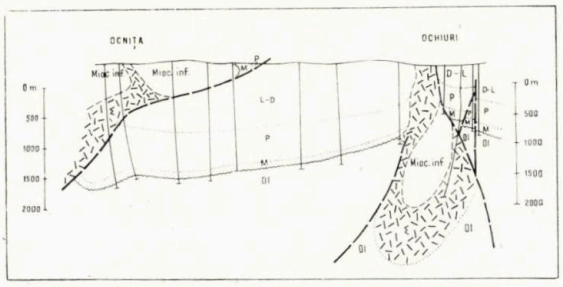



Fig. 9. Cutele diapire de la Ocniţa şi Ochiuri. Sarea de vîrstă miocenă inferioară încalecă depozitele pliocene sau le străpunge sub acţiunea forţelor tangenţiale (Sinclinalul de sare comprimat de la Ochiuri).

Punctul de vedere exprimat de Mrazec acum 70 de ani, cu privire la natura tectonică a forţelor care au produs străpungerea depozitelor pliocene de către sarea miocenă inferioară, în faza de paroxism final a cutărilor valahice, se poate, deci, justifica şi în prezent.

Cu multă probabilitate, cutările valahice s-au manifestat, într-o primă fază, prin mişcări verticale, care au condus la o ridicare marcantă a zonei cu substrat carpatic a avanfosei, faţă de zona situată pe platformă. În cadrul zonei au avut loc, de asemenea, mişcări de ridicare diferenţială, sub formă de trepte, în general tot mai ridicate către marginea internă a avanfosei. Toate aceste trepte erau separate prin accidente tectonice, paralele, în general, cu faliile principale din Carpaţi şi Platforma Moe-

sică și este aproape sigur că ele reflectă dislocații de adîncime.

Într-o fază ulterioară, au acționat cu precădere forțele tangențiale, care au comprimat depozitele din treptele menționate, iar sarea, în funcție de condițiile structurale în care se situa, a fost expulzată spre suprafață de-a lungul liniilor de fractură (întocmai ca sîmburele umed al unui fruct strîns între degete, după cum s-a exprimat Mrazec) sau a funcționat ca lubrifiant pentru formațiunile din acoperiș, facilitînd încălecările spre exterior ale depozitelor.

Expulzarea sării spre suprafață (în general sub formă de pene cu tăișul în jos) s-a realizat numai în cîteva locuri (Ochiuri, Moreni, Florești, Băicoi-Țintea) din lungul aceleiași linii structurale majore, și acest fapt sugerează că ea a avut loc în condiții cu totul speciale. Masivele de sare, sau părți din ele, se găseau, probabil, imediat sub Pliocen, în lungul unei falii vechi, activate în prima fază a cutărilor valahice și într-o zonă de mare rezistență la acțiunea forțelor tangențiale. O astfel de zonă o constituie tocmai limita dintre substratul mobil carpatic și cel rigid platformic al avanfosei (linia Răzvad-Moreni-Băicoi), pe care, de altfel, se situează ultimele trei diapire menționate. Străpungerea Pliocenului de la Ochiuri poate fi privită ca un caz particular, al unei sări miocene inferioare, păstrată într-un sinclinal faliat de paleogen și comprimată sub acțiunea forțelor tangențiale (fig. 9).

### Formarea cutelor diapire cu sare tortoniană

Formațiunea saliferă de vîrstă tortoniană inferioară, depusă în condiții aproape similare celor din Miocenul inferior, în sinclinalele mai mult sau mai puțin largi dintre cutele majore generate de diapirismul sării miocene inferioare, a evoluat diferit, în funcție de regimul tectonic al substratului avanfosei.

În timpul Tortonianului și Sarmațianului, în zona cu substrat carpatic, sarea nu a manifestat tendințe evidente de mișcare, probabil, din cauza ponderii mari de brecii sedimentare și a grosimii reduse a depozitelor din acoperiș.

Pe marginea nordică a avanfosei, între valea Dîmboviței și valea Prahovei, sarea, singură sau asociată cu brecii sedimentare, se găsește doar pe fundul unor sinclinale de Miocen inferior, închisă, ca într-o capcană, de cuvertura pliocenă (pl. II). Mai la est, însă, în zona văii Teleajenului, ea a fost antrenată în cutările valahice, în lungul sistemului de falii care ar putea marca limita dintre substratul carpatic și cel platformic al avanfosei. Lame de sare ce străbat, de-a lungul unor falii vechi, întreaga succesiune de depozite pliocene (fig. 10, Matița) sînt asociate aici cu încălecări devenite clasice (fig. 10, Măgurele), în care sarea a funcționat ca lubrifiant.

Manifestări diapire asemănătoare sînt cunoscute și la vest de valea Buzăului, unde coexistă cu sare străpunsă numai parțial sau cutată

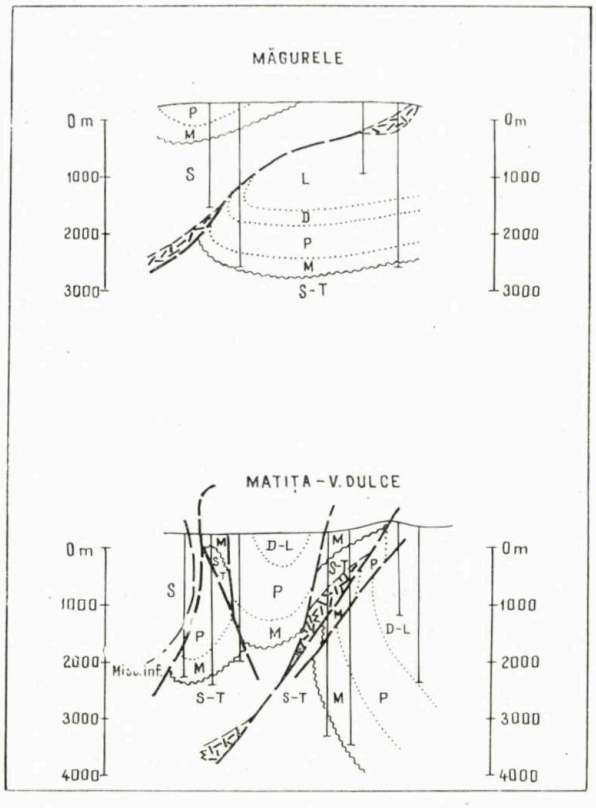



Fig. 10. Structura diapiră de la Măgurele și complexul de structuri de la Matița V. DULCE. Sarea antrenată în cutările valahice a încălecat sau a străpuns depozitele pliocene.

conform, sugerînd, în mod evident, natura tectonică a cutelor cu sîmbure de sare tortoniană.

De o manieră deosebită s-a manifestat sarea în zona cu substrat platformic a avanfosei. Dacă masivele de la Bucșani, Aricești și Ploiești sînt de vîrstă tortoniană, așa cum s-a arătat, atunci ele s-ar situa (pl. II) pe capetele de afundare ale structurii Mărgineni (Bucșani în vest, Aricești în est) și pe afundarea estică a structurii majore de la Vlădeni (Ploiești). Sarea s-a acumulat pe aceste zone mai ridicate, ca urmare a curgerii ei gravitaționale dinspre sinclinalele adiacente. Curgerea a avut loc în timpul Sarmațianului, boltit și faliat la Aricești și Bucșani, sau chiar străpuns la Ploiești (fig. 11).

Depozitele sarmațiene au fost acoperite transgresiv de Pliocen, care prin greutatea lui, mai mare în zonele sinclinale, a facilitat creșterea în continuare a celor trei masive de sare menționate, urmată, în final, de boltirea și falierea acoperișului, cel puțin pînă la nivelul ponțianului. Mișcarea sării a continuat și după Pon-

ţian, dar cu o rată redusă, datorită, probabil, faptului că sinclinalele adiacente nu mai erau în măsură să furnizeze o cantitate suficientă de sare.

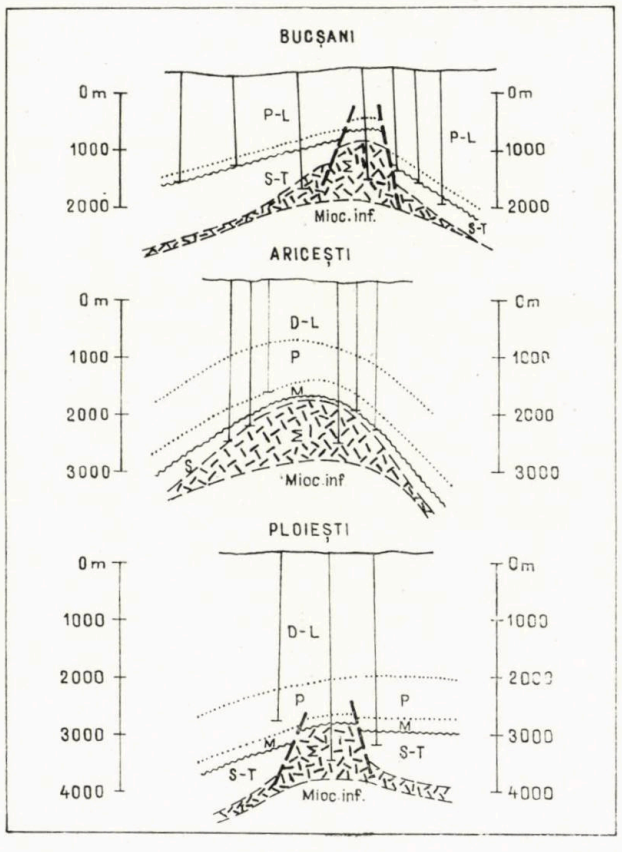



Fig. 11. Cutele diapire incipiente de la Bucşani, Aricești, Ploiești (Sarea de vîrstă tortoniană acumulată sub acţiunea forţelor izostazice).

## Concluzii

Datele prezentate, cu privire la structurile diapire din avanfosa Carpatică mio-pliocenă, cuprinsă între valea Buzăului şi valea Dîmboviţei, permit să se desprindă următoarele concluzii generale :

— Avanfosa carpatică s-a dispus cu flancul intern pe un substrat paleogen cutat, de natură carpatică şi cu cel extern pe depozite cretacice necutate, cu facies de platformă. Limita de separaţie între substratul carpatic şi cel platformic s-ar putea situa, aproximativ, pe linia Şuţa Seacă-Moreni-Băicoi-Ţintea şi pare a corespunde unei încălecări a zonei carpatice peste platformă.

— În evoluţia geologică a avanfosei au avut loc depuneri de sare în două etape : una în Miocenul inferior (baza Burdigalianului), după cutările savice, alta în Miocenul superior (Tortonian superior), după cutarea stirică nouă.

— În ciclul evolutiv al sării miocene inferioare pot fi distinse două faze principale : una în Miocen şi alta în Pliocen.

În Miocen, acolo unde a fost, iniţial, suficient de groasă, sarea s-a deplasat şi s-a acumulat, sub influenţa forţelor arhimedice şi în context cu forţele tectonice, formînd masive în lungul cutelor majore moştenite din faza savică.

Aceste cute au fost în bună parte erodate şi apoi acoperite discordant de depozitele pliocene, dar surplusul de greutate corespunzător acestor depozite nu a fost în măsură să reactiveze curgerea sării, fapt dovedit de masivele fosile, în special evidente în zona cu substrat platformic. La sfîrşitul Pliocenului, cutele vechi din substratul carpatic au fost mobilizate în cutările valahice împreună cu sarea, care, sub acţiunea forţelor tangenţiale, a străpuns depozitele pliocene de-a lungul liniilor vechi de faliere sau a funcţionat ca lubrifiant în lungul unor linii de încălecare.

În ciclul evolutiv al sării tortoniene, s-ar putea distinge, de asemenea, două faze : una în Miocenul superior şi alta în Pliocen, dar într-o legătură mai strînsă cu regimul tectonic al substratului.

În zona cu substrat carpatic, şi anume în suprafaţa dintre valea Dîmboviţei şi valea Prahovei, sarea şi acoperişul ei sedimentar, iniţial mai subţiri, au rămas în fundul vechilor sinclinale de Miocen inferior, fiind, ulterior, acoperite transgresiv de Pliocen şi prinse în capcane. În valea Teleajenului şi mai la est însă, unde, iniţial, s-a acumulat cu grosimi mai mari, sarea a fost implicată în cutările valahice, fiind expulzată pînă la suprafaţă sau folosită ca lubrifiant, în lungul unor linii mai vechi de faliere.

În zona cu substrat platformic al avanfosei, sarea şi depozitele miocene superioare din acoperiş s-au acumulat cu grosimi mai mari, astfel că, în virtutea forţelor arhimedice, au putut avea loc mişcări şi acumulări sub formă de masive, în lungul unor linii structurale mai vechi. Masivele au fost uşor afectate de eroziunea din Sarmaţianul superior şi apoi acoperite transgresiv de depozitele pliocene, care prin surplusul de greutate, cu precădere realizat în zonele vechi sinclinale, a facilitat curge-

gerea în continuare a sării şi creşterea masivelor anterior formate, cel puţin în timpul Pliocenului inferior.

**BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ**


1. Atanasiu, I. Zăcămintele de ţiţei din România. Rev. AGIR, Petrol, nr. 3, 1948, p. 111 – 125.
2. Dicea, O. şi Ionescu, N. Stadiul actual al rezolvării problemelor geologice prin metodele geofizice, în zonele de interes petrolifer din R.S.R. Petrol şi Gaze, nr. 8, 1968.
3. Dumitrescu, I., Săndulescu, M., Lăzărescu, V., Mirăuţă, O., Pauliuc, S. şi Georgescu, C. Mémoire à la carte tectonique de la Roumanie. An. Com. Geol. **XXXII**, 1962, p. 5—52.
4. Halbouty, T. M. Salt domes. Gulf region United States and Mexic. Gulf Publishing Co. Houston Texas, 1967.
5. Kosîghin, I. A. Tectonică generală (traducere în limba română). Ed. tehnică, Bucureşti, 1962.
6. Krejci, K. Die rumänischen Erdöllagerstätten Brenstoff geol. an. der Bergacad, Freiberg, Sa. nr. 1, 1929, p.1—140.
7. Macovei, Gh. Poziţia stratigrafică şi tectonică a zăcămintelor de sare din România. D. de S. Inst. Geol. Rom. **VII**, 1916, p. 99—125.
8. Mrazec, L. şi Teisseyre, W. Aperçu géologique sur les formations saliféres et les giséments de sel en Roumanie. Monit. des interets pétroliferes roumains nr. 43—51, 1902.
9. Mrazec, L. Despre cutele cu sîmburi de străpungere Bull. Soc. St. Bucureşti. **XVI**, 1907, p. 6—7.
10. Mrazec, L. Studii şi observaţii geologice.Cute cu sîmburi de străpungere. Mon. Petr. Rom. **IX**, 1908, p. 915—916.
11. Mrazec, L. Asupra vîrstei saliferului. D. de S. al Sed. Inst. Geol. Rom. **IV**, 1915, p. 28—31.
12. Mrazec, L. Sur le diapirsme. Les Karpates et l'avantpays III-ème sess. Warsawa, 1935.
13. Olteanu, F. Observaţii asupra „breciei sării", cu masive de sare din regiunea mio-pliocenă dintre valea Teleajenului şi P. Bălăneasa (cu privire specială pentru regiunea Pietrari-Buzău). Publicat în 1951 : D. de S.. ale Sed. Inst. Geol. Rom. **32**, 1943, p. 12—18.
14. Olteanu, Gh. Salt rising mechanism in the Pre-Carpathian area of the Ploieşti region. Carpath.-Balkan Assoc. VII Congr. Sofia Bulgaria, 1965, p. 157—163.
15. Pătruţ, I. Géologie de la région de Beclean (Depart. de Someş). Publicat în 1958, în C.R. des Sc. Com. Géol. Roum. **XXXI—XXXVI**, 1949, p. 173—175.
16. Popescu, Gr. Observaţiuni asupra „breciei sării" şi a unor masive de sare din zona paleogenă-miocenă a jud. Prahova. Publicat în 1951, în D. de S. ale Sed. Inst. Geol. Rom. 32, 1943, p. 3—12.
17. Posepny, F. Studien aus dem Salinargebiete Siebenburgens. K. K. Geol. Reich. Jahrb. 21, nr. 1, 1871, p. 123—158.
18. Pustowka, A. Uber rumänische Salztonaufbrüche N. jahrb. fur Min. LXI Abt. B., 1928, p. 317—398.
19. Trusheim, F. Mechanism of salt migration in northern Germany. Bull. Am. Ass. of. Petr. Geol. **44**, 1960, p. 1519—1540.
20. Voiteşti, I. P. Geology of Salt domes in the Carpathian region of Romania. Bull. Am. Ass. of Petr. Geol. **IX**, nr. 8, 1925, Tulsa-Oklahoma.
21. Voiteşti, I. P. Noţiuni de geologia zăcămintelor de sare Rev. Mus. Geol. Min. Univ. Cluj **V**. nr. 1, 1933.

# Condiţiile de geneză a hidrocarburilor din Pliocenul subcarpatic al Munteniei

S. Anton

Primele consideraţii asupra originii zăcămintelor de hidrocarburi din România au fost exprimate de Coquand (1867) şi de Fuchs şi Sarasin (1873), în concepţia teoriei anorganice, care a fost dezvoltată apoi în lucrările publicate de Cobălcescu (1887) şi Murgoci (1910, 1921, 1926).

Teoria originii organice a petrolului a fost introdusă în România şi argumentată amplu de Mrazec (1907, 1910, 1923, 1924, 1926, 1931). Este interesant de semnalat că în lucrările prezentate de Mrazec (1907) şi Engler (1907) la al 3-lea Congres internaţional al petrolului de la Bucureşti, sînt expuse ideile fundamentale, rămase valabile pînă în prezent, asupra factorilor care condiţionează geneza hidrocarburilor: acţiunea biochimică bacteriană, acţiunea temperaturii şi presiunii determinată de îngroparea în adîncime a sedimentelor, acţiunea catalitică a argilelor şi acţiunea timpului, care influenţează prin durata sa rezultatele calitative şi cantitative ale proceselor de transformare în bitumene a materiei organice din sedimentele formate în mediu reducător.

Mrazec (1926) emite pentru prima dată ideea că hidrocarburile au o mare răspîndire în scoarţa terestră şi că, de fapt, aproape nu există nici o rocă sedimentară — de la cele mai vechi pînă la sedimentele pleistocene şi cele noi — care să nu conţină cel puţin urme de hidrocarburi, cantităţile mai ridicate fiind caracteristice faciesurilor sedimentare reducătoare.

Zăcămintele de ţiţei şi gaze din Pliocenul subcarpatic au fost considerate de Mrazec ca alohtone, originea hidrocarburilor fiind atribuită stratelor de Cornu (acvitanian), din care au provenit prin migraţie. Caracterul alohton al acestor zăcăminte a fost recunoscut şi de Macovei (1928, 1932, 1936, 1938), cu deosebirea că formaţiunea generatoare de hidrocarburi a atribuit-o şisturilor bituminoase oligocene. Aceeaşi părere a fost adoptată de Atanasiu (1948), Krejci (1929, 1936) şi de majoritatea geologilor care s-au ocupat de problema zăcămintelor de hidrocarburi din pliocenul subcarpatic.

Idei opuse au fost exprimate de Kraus (1923), Hlauschek (1937, 1950), Watters (1946), Voiteşti (1943), Căpraru şi Olteanu (1968), Stănescu (1970), Vîsoţki (1971), Cerchez şi Anton (1971), Sandu şi Stănescu (1972), care consideră zăcămintele din Pliocenul subcarpatic ca autohtone. Acest punct de vedere este susţinut în unele din aceste lucrări pe considerarea condiţiilor stratigrafice şi tectonice în care apar zăcămintele din depozitele pliocene, iar în altele, pe modul de răspîndire a petrolurilor de calităţi diferite, sau pe studiul geochimic-petrografic al rocilor generatoare de hidrocarburi, identificate în depozitele pliocene.

## GENEZA HIDROCARBURILOR DIN PLIOCENUL SUBCARPATIC

Datele prezentate în această lucrare completează studiul genezei hidrocarburilor din pliocenul subcarpatic executat între anii 1967—1969 la I.C.P.T.G. din cadrul Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei, din care o parte referitoare la rocile generatoare a fost publicată de Cerchez şi Anton (1971). De data aceasta, cercetările sînt îndreptate, în special, spre studiul paleogeografic şi geologic al condiţiilor de geneză, ţinînd seamă de caracteristicile mediului de sedimentare, de litofaciesuri şi de procesele diagenetice care au condus la bituminizarea materiei organice, în funcţie de temperatura şi de adîncimea de îngropare a sedimentelor.

### 1. Paleogeografia şi sedimentaţia pliocenă

Suprafeţele actuale ocupate de depozitele pliocene, natura litologică, grosimea şi conţinutul paleontologic al depozitelor ne oferă o imagine destul de exactă, care permite reconstituirea condiţiilor geografice ale bazinului sedimentar atît ca întindere, repartiţie şi morfologie a uscatului şi apelor, cît şi în privinţa condiţiilor climatice şi ecologice. Studiul depozitelor pliocene este avantajat, pe de o parte, de existenţa numeroaselor date geologice din forajele executate pentru identificarea şi exploatarea zăcămintelor de petrol, iar pe de altă parte de faptul că perioada de timp în care s-a desfăşurat istoria geologică pliocenă este foarte apropiată de aceea actuală, astfel încît reconstituirea acesteia este mult uşurată.

a. *Aria și paleorelieful bazinului sedimentar*

Zona studiată reprezintă un sector din bazinul mării Paratethys, situat în avanfosa carpatică. Apele acestui sector se întindeau spre nord și vest pînă la uscatul carpato-balcanic și se integrau în bazinul sedimentar care acoperea spre sud Platforma Moesică, pînă aproximativ la traseul actual al Dunării, și înainta spre est pe lîngă masivul dobrogean, peste Platforma Moldovenească.

Uscatul înconjurător prezenta un relief muntos și colinar în arcul carpatic, un relief de cîmpie joasă pe platforme și un relief colinar în masivul dobrogean.

Linia de țărm era marcată de un traseu complicat spre uscatul carpatic, urmărind crestele morfologico-structurale, formate din depozite miocene și cretacic-paleogene, peste care apele înaintau sub formă de golfuri, înconjurînd insule și peninsule (planșa I), în timp ce lîngă uscatul platformelor traseul era mai simplu, datorită situațiilor morfologice și geologice mult mai uniforme.

La începutul Meoțianului, apele regresive, după sedimentația sarmațiană, lasă neacoperită zona dintre valea Prahovei și valea Dîmboviței, peste care invadează treptat în meoțianul mediu și superior. Acestora li se adaugă o zonă din regiunea de la vest și nord-vest de Pitești, care rămîne uscat insular în tot timpul meoțianului (planșa I).

Transgresiunea înaintează progresiv în Pontian, depășind depozitele meoțiene, atît pe marginea țărmului carpatic, cît și pe uscatul din regiunea Pitești, care rămîne acoperit de apă pînă la finele pliocenului. Pe Platforma Moesică se întinde pînă aproape de valea Dunării, în timp ce apele se retrag din Platforma Moldovenească pînă la sud de Bacău.

În timpul Dacianului rămîne, în general, aceeași situație spre uscatul carpatic peste care apele înaintează, progresiv, numai local, avansînd însă pe distanțe mari peste Platforma Moesică, pînă la sud de valea Dunării. Linia de țărm rămîne aproape neschimbată pe Platforma Moldovenească.

În Levantinul inferior conturul bazinului sedimentar nu prezintă modificări importante, schimbările radicale intervenind în levantinul superior, o dată cu colmatarea intensă și treptată care conduce, în cuaternar, la transformarea bazinului în zonă de uscat.

b. *Hidrografie*

Caracterele batimetrice, hidromecanice și chimice ale apelor pliocene sînt reflectate de natura litologică, de grosimea și de stratificația sedimentelor, precum și de conținutul lor paleontologic.

În tot timpul Pliocenului, bazinul era alimentat dinspre uscatul carpatic printr-o rețea hidrografică scurtă, cu debite nu prea mari, dar cu viteze și putere de transport importante determinate de energia reliefului muntos și colinar, iar dinspre uscatul platformelor de o rețea hidrografică mai întinsă, cu debite mai mari, viteze mai mici și cu putere de transport mai redusă, caracteristică reliefurilor de cîmpie joasă.

În cuprinsul bazinului sedimentar au existat zone cu ape adînci și mai liniștite, cu depuneri groase de material detritic fin, în majoritate pelitic, zone a căror repartiție a variat în timpul Pliocenului. Astfel, în Meoțian, axul bazinului era situat pe Platforma Moesică (planșa I), adîncimea maximă a apelor fiind în zona Focșani. Variațiile de litofacies ale depozitelor meoțiene dovedesc existența unui relief variat al fundului de bazin și a unor curenți în apropierea zonelor litorale din flancul epiplatformic și în special a acelora din flancul epicarpatic.

Salinitatea apelor a variat în timpul Pliocenului între caracterele salmastre și dulci, dovedite prin asociațiile faunistice de moluște. După W e n z (1942), în Meoțian au existat două alternanțe de ape dulci cu ape salmastre, în Pontian numai ape salmastre de tip caspic care devin slab salmastre în dacianul inferior, trecînd treptat la ape complet dulci în Levantin.

P a n ă (1966), utilizînd clasificarea apelor după Remane (1958), constată pe baza repartizării faunelor fosile, următoarele grade de salinitate pentru regiunea văii Buzăului: ape dulci (sub 0,5‰ săruri) și ape salmastre (0,5‰ săruri).

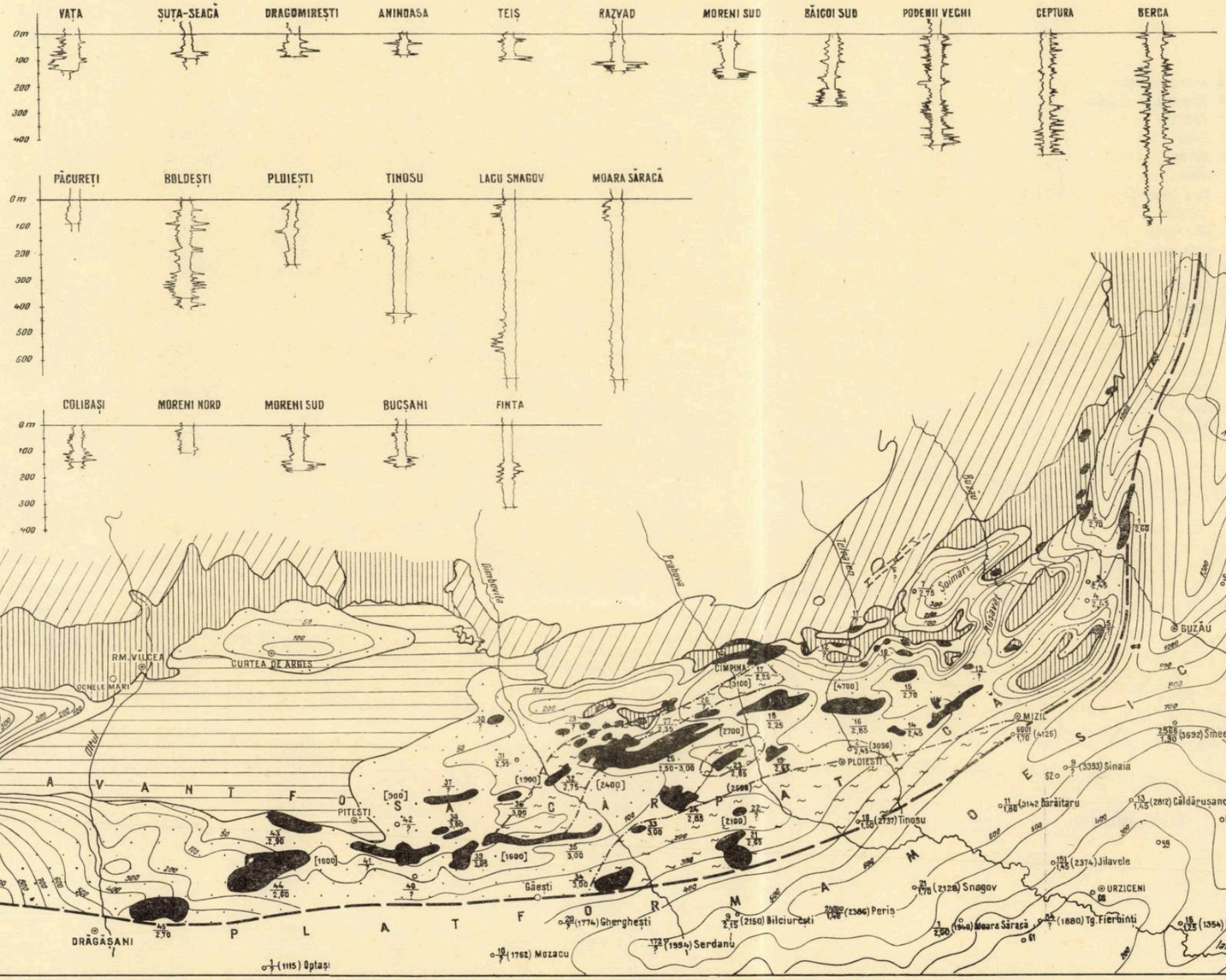
A t a n a s i u și S a u l e a-B o c e c (1948) studiind caracterele paleontologice și ecologice ale formei de Rotalia beccarii (Lin), un foraminifer marin cosmopolit, care trăiește și astăzi în zona litorală a regiunilor temperate și subtropicale din oceanele Atlantic și Pacific, dovedesc că salinitatea orizontului cu Dosinia din Meoțian, în care abundă în stare fosilă această formă, este cuprinsă între 10 și 14‰, adică o salinitate redusă față de cea a apei marine normale (35‰).

Este de remarcat că gradul de salinitate a prezentat în același moment variații, mai ales în lungul zonelor litorale, datorită aportului de ape dulci continentale. O zonă largă cu ape îndulcite pe zeci de kilometri a existat astfel în tot timpul Pliocenului, lîngă țărmul uscatului din Platforma Moldovenească și pe o zonă mai îngustă, lîngă țărmul carpatic și al Platformei Moesice.

c. *Clima*

Cercetătorii care s-au ocupat cu studiul florei pliocene din țara noastră, P o p (1936), G i u-

PLANSA I







## LEGENDA

AVANT-FOSA CARPATICA

- Meoțian (facies marnos cu 0-25% psamite)
- Meoțian (facies nisipos cu peste 25% psamite)
- Lacună stratigrafică în meoțian
- Miocen (a = masive de sare)
- Zona paleogenă

PLATFORMA MOESICĂ

- Meoțian

AVANT-FOSA CARPATICĂ ȘI PLATFORMA MOESICĂ

- 1/2,50 Structura și zăcământul de hidrocarburi / gradientul geotermic
- 10/1,50 (2737) Sonda / gradientul geotermic (adâncimea de îngropare a meohanului)
- (4700) Adâncimea de îngropare a meoțianului în sinclinale
- 500 Izopachite la meoțian
- Falia pericarpatică

ZĂCĂMINTE DE HIDROCARBURI ÎN PLIOCEN ȘI SONDE DE CERCETARE

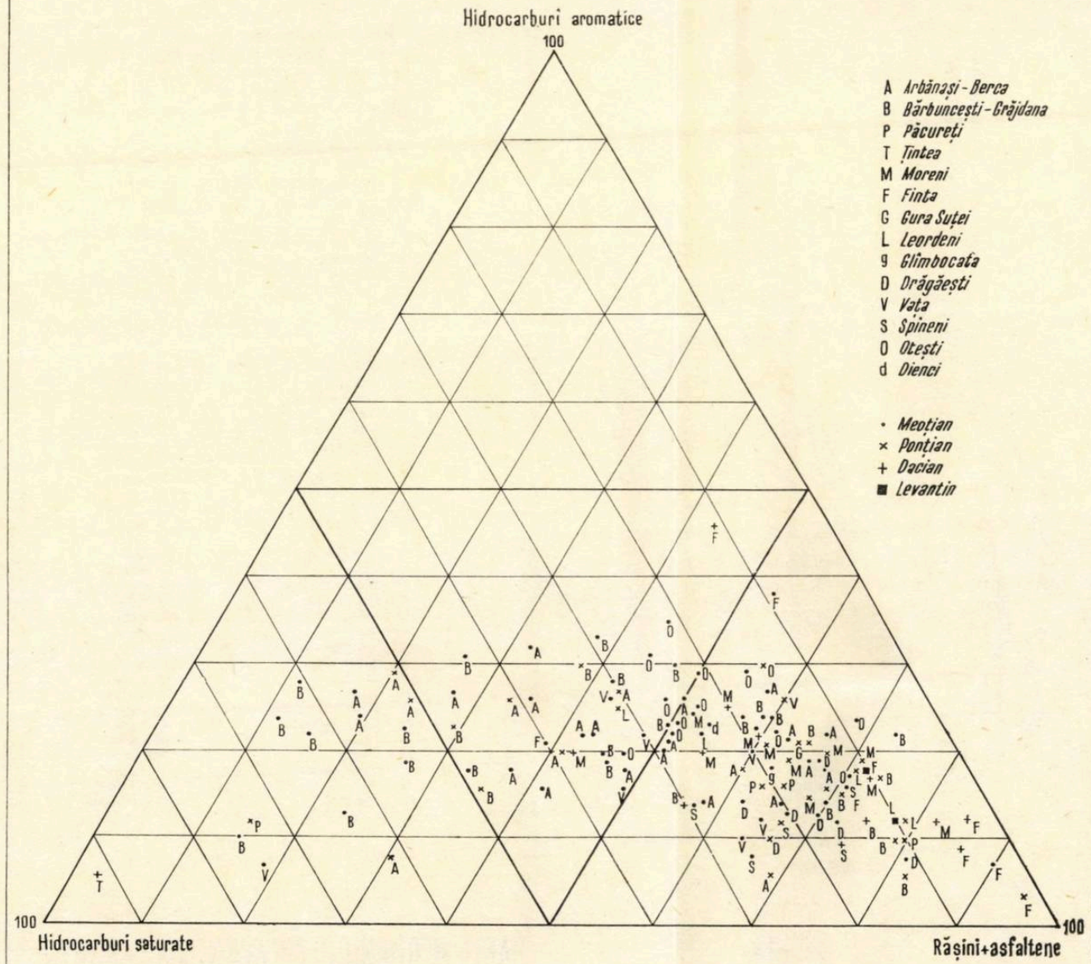
| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Berca Arbănași | 32 | Dragomirești |
| 2 | Plopeasa | 33 | Brătești |
| 3 | Bârbunceștí | 34 | Gura-Sutei |
| 4 | Grăjdana | 35 | Șuța Seacă |
| 5 | Sărata-Monteoru | 36 | Ludești |
| 6 | Poșești | 37 | Bogați |
| 7 | Surani-Cărbunești | 38 | Ghimbocelu |
| 8 | Apostolache | 39 | Lcordeni |
| 9 | Matița | 40 | Silistea |
| 10 | Păcureți - Măgurele | 41 | Călinești |
| 11 | Copăceni | 42 | Galești |
| 12 | Scăiosi | 43 | Slătioara |
| 13 | Gornetu Cricov | 44 | Vata |
| 14 | Ceptura Urlați | 45 | Mlești |
| 15 | Podenii Vechi | 46 | Boldu |
| 16 | Boldești | 47 | Baita Albă |
| 17 | Cîmpina-Bușteni | 48 | Ghergheasa |
| 18 | Băicoi - Tintea | 49 | Roșioru |
| 19 | Aricești | 50 | Boboc |
| 20 | Brazi | 51 | Plopu |
| 21 | Finta Gheboasa | 52 | Oprișenești |
| 22 | Mănești | 53 | Bordeiul Verde |
| 23 | Mărgineni | 54 | Liscoteanca |
| 24 | Bucșani | 55 | Jugureanu |
| 25 | Filipești-Moreni-Ochiuri-Aninoasa-Teiș | 56 | Colelia |
| 26 | Silistea-Măgureni | 57 | Brăgăreasa |
| 27 | Colibași | 58 | Lipănești |
| 28 | Gladeni | 59 | Gîrbovi |
| 29 | Șotînga-Dorcești | 60 | Urziceni |
| 30 | Boțești | 61 | Movilița |
| 31 | Drăgășești | 62 | Lacul Sinaia |

# HARTA MEOȚIANULUI DIN AVANFOSA CARPATICA

(LITOFACIESURI, GROSIMI, GRADIENȚI GEOTERMICI ȘI ADINCIMI DE INGROPARE)

10 5 0 10 20 30 Km

# COMPOZIȚIA EXTRACTELOR DE MATERIE ORGANICĂ DIN ROCI



vulescu (1957) și Baltes (1959), constată că vegetația cuprinde, în majoritate, elemente nord-americane atlantice și, subordonat, elemente central europene, balcan-(caucaziene), est/-asiatice și mediteraneene.

Clima din timpul Pliocenului este considerată asemănătoare cu cea existentă astăzi în sud-estul Americii de Nord, din regiunea colinară de cîmpie cuprinsă între munții Alleghany și litoralul atlantic. Această climă temperată și umedă caracterizată prin veri calde și ierni reci (media în ianuarie peste 4°C și în iulie peste 25°C, media anuală fiind aproximativ de +16°C) și cu precipitații foarte abundente (peste 1300 mm anual) a avut un caracter net oceanic, mult mai cald și mai umed decît climatul actual de la noi.

Vegetația pliocenă din pădurea mixtă, de tip nord-american, constituită din amestecul de forme aparținînd regimului temperat, mediteranean și tropical-subtropical, a dat naștere stratelor de cărbuni, milimetrice sau metrice, cu dezvoltarea cea mai mare în dacian și levantin.

d. *Vulcanism*

Manifestările vulcanice din Pliocen sînt atestate de masele eruptive din Carpații Orientali și Munții Apuseni, precum și de prezența tufurilor vulcanice intercalate în depozitele meoțiene din regiunea Siret, Trotuș, Prahova etc., ponțiene și daciene în regiunea dintre valea Buzăului.

e. *Ecologie*

Formele pliocene de viață și raportul acestora cu mediul înconjurător, din apele bazinului sedimentar și de pe uscat, sînt cunoscute din studiile lito- și biostratigrafice, atît în ceea ce privește fauna, cît și flora, cu excepția microorganismelor planctonice și bentice, despre care nu există decît foarte puține date.

Fauna fosilă caracteristică apelor pliocene este reprezentată predominant prin moluște (lamellibranchiate și gasteropode), prin ostracode, mai rar prin pești și numai în Meoțian prin foraminifere. Cea mai expresivă pentru condițiile ecologice este fauna de moluște, constituită din forme de apă dulce și forme de apă salmastră (mixohaline), acestea din urmă fiind după gradul de salinitate al apelor: oligohaline la salinitatea de 0,5—5‰ și mezohaline în apele mai salinizate (5—18‰). Pe baza acestora s-au stabilit succesiunea și repartiția biofaciesurilor caracteristice etajelor și subetajelor pliocene care au fost remarcate în studiile biostratigrafice mai vechi și precizate în cele mai noi de Wenz (1942), Hanganu (1962) și Pană (1966).

Condițiile ecologice favorabile din regiunea Buzăului, cu ape agitate de curenți și bine aerisite, situate în zona de curbură a litoralului, caracterizat prin insule și peninsule, au determinat dezvoltarea unei abundente faune de moluște, care a devenit clasică pentru studiul biostratigrafic al Pliocenului.

Din fauna terestră sînt menționate în studiile efectuate de Ștefănescu (1895), Simionescu (1930, 1932) și Barbu specii de vertebrate fosile ale genurilor *Mastodon*, *Elephas*, *Dinotherium*, *Aceratherium*, *Rhinoceros*, *Camelus*, *Gazella*, *Machaerodrs*, *Equus*, *etc.*

Flora terestră, studiată de Pop (1936,) Givulescu (1937), Baltes (1959) este reprezentată, după cum s-a amintit anterior, prin gimnosperme și angiosperme cu asociații de genur și specii asemănătoare vegetației actuale din sud-estul Americii de Nord. Plantele fosile descrise aparțin în majoritate vegetației ierboase sau arborescente care există și astăzi în flora României, dar sînt citate și elemente de climă mai caldă, reprezentate prin specii de Sequoia, Magnolia, Laurus etc.

Din microflora planctonică sînt menționate de Baltes (1959, 1969, 1971) mai multe genuri și specii de dinoflagellate și acritarșe, foarte abundente în Ponțian, mai rare în Dacian și frecvente în Meoțian, acestea din urmă nefiind încă publicate.

f. *Lito- și biofaciesuri*

Faciesurile depozitelor pliocene din avanfosa carpatică au fost studiate în numeroase lucrări de detaliu sau de sinteză, din care se citează cele executate de: Teisseyre (1908), Ionescu Argetoaia (1914), Krejci și Wenz (1931), Krejci și Wetzel (1936), Filipescu (1942), Wenz (1942), Motaș (1949, 1960), Olteanu, Popescu și Iorgulescu (1968), Hanganu (1962) și Pană (1966).

Seria depozitelor pliocene, în majoritate de origine detritică terigenă, este constituită din roci pelitice reprezentate prin marne, marne argiloase, argile marnoase și argile, din roci psamitice și aleuritice (siltite), formate din nisipuri, gresii și microgresii cu ciment marnos sau calcaros mai mult sau mai puțin dezvoltat și din roci psefitice, în general parțial consolidate. Cu totul subordonat se întîlnesc rocile de origine chimică (calcare pelitomorfe sau oolitice) și biochimică (calcare organogene, cărbuni) sau de origine piroclastică, reprezentate prin tufuri vulcanice, tufite și argile bentonitice.

După conținutul litologic și faunistic, depozitele pliocene prezintă, schematic, pe etaje stratigrafice, următorul profil:

*Etajul meoţian*

— Orizontul inferior în facies de apă dulce : gresii şi nisipuri cu intercalaţii de marne şi conglomerate ; unionide şi anodonte.

— Orizontul mediu în facies de apă normal salmastră : alternanţă de nisipuri, gresii, marne, argile, intercalaţii de gresii şi calcare oolitice ; *Dosinia maeotica, Streblus* (*Rotalia*) *beccarii* etc.

— Orizontul superior în facies de apă dulce : nisipuri, gresii, intercalaţii de marne şi argile ; *Hydrobia, Psilunio, Leptanodonta* etc. şi *Congeria novorossica* în ultimul nivel stratigrafic, care formează limita cu ponţianul.

*Etajul ponţian*

— Orizontul inferior în facies tipic salmastru caspic : argile marnoase, marne, cu *Paradacna abichii* şi *congerii.*

— Orizontul mediu în facies salmastru caspic moderat : marne, marne nisipoase, rar nisipuri ; frecvent *Congeria rhomboidea* şi *Cardiacee.*

— Orizontul superior în facies salmastru caspic moderat : marne nisipoase, marne, uneori nisipuri ; *Phyllicardium planum planum* şi alte *cardiacee.*

*Etajul dacian*

— Orizontul inferior slab salmastru : nisipuri cu intercalaţii de marne, cărbuni (lignit) şi uneori pietrişuri ; prosodacna (P. *haneri*), *cardiacee, unionizi netezi* (*Unio rumamus*) *dreissene.*

— Orizontul superior în facies lacustru puţin îndulcit : nisipuri cu intercalaţii de marne, cărbuni (lignit) ; *vivipare* (*Viviparus bifarcinatus*), *prosodacne* (*Prosodacna heberti*). *unionizi, netezi, melanopside* etc.

*Etajul levantin*

— Orizontul inferior în facies lacustru şi continental : argile şi marne nisipoase cu intercalaţii de pietrişuri şi rare strate de cărbuni (lignit) ; specii sculptate de *unionizi, vivipare, melanopside şi gasteropode terestre.*

— Orizontul superior în facies lacustru şi continental : cu intercalaţii de depozite fluviatile : pietrişuri şi nisipuri cu intercalaţii de marne şi argile ; numai specii de unionizi netezi, vivipare şi gasteropode înrudite cu cele actuale sau identice cu acestea.

Profilul stratigrafic al Pliocenului, cu litoşi biofaciesurile menţionate, corespunde zonei litorale a bazinului sedimentar din regiune cuprinsă între văile Buzău şi Prahova. Faciesul şi grosimea depozitelor prezintă variaţii atît în lungul zonei litorale, cît şi spre centrul bazinului sedimentar. Astfel, grosimea depozitelor meoţiene creşte de la nord spre sud şi de la vest spre est, convergent către axul bazinului care era situat pe Platforma Moesică (pl. I). O dată cu creşterea grosimii depozitelor pînă la 1500 m în zona de maximă adîncime din zona Focşani, creşte conţinutul de pelite şi scade raţia de psamite din sedimente.

Variaţiile de grosime şi de facies provocate de subsidenţă sînt însoţite, în flancul de bazin situat pe avanfosa carpatică, de variaţiile datorate prezenţei crestelor morfologice din fundamentul prepliocen şi mişcărilor de cutare, care s-au manifestat tot mai accentuat în timpul sedimentării pînă în cuaternar. În zona cea mai intensă de cutare — zona cutelor diapire — depozitele ponţiene, daciene şi levantine prezintă grosimea lor maximă.

## 2. Diageneza sedimentelor şi formarea hidrocarburilor

Depozitele pliocene sînt rezultatul unei sedimentări de tip molasă, în care viteza de acumulare a sedimentelor a depăşit viteza de subsidenţă a bazinului. Datorită acestui fapt, materia organică s-a putut acumula şi conserva în sedimentele fin granulate, atît în zonele adînci ale bazinului cu apă slab oxigenată, cît şi în cele litorale cu ape oxigenate, datorită îngropării rapide sub depozite mai noi care le-au izolat de mediul oxigenat.

Caracterul geochimic reducător al depozitelor meoţiene, ponţiene şi daciene a fost demonstrată de Cerchez şi Anton (1971) prin identificarea, în aceste depozite, a mineralelor autigene cu $Fe^{2+}$ (pirită, leptoclorite, siderit, glauconit) şi a bitumenelor hidrocarburice.

Spre deosebire de lucrările bazate pe studiul calităţii petrolurilor din rocile-rezervor, publicate de Hlauschek (1937, 1950) şi de Visoţki (1971), Stănescu (1970), Sandu şi Stănescu (1972), în această lucrare se încearcă explicarea condiţiilor de geneză a hidrocarburilor din depozitele pliocene pe baza studiului calităţii bitumenelor din rocile generatoare în funcţie de temperatură, presiune, adîncimea de îngropare a sedimentelor şi timp.

### a. *Temperatura şi adîncimea de îngropare*

Din examinarea gradienţilor geotermici determinaţi de Negoiţă (1970), se constată că valoarea acestora (pl. I) este dependentă de formaţiunile geologice din fundamentul bazinului pliocen, de conductibilitatea termică a depozitelor pliocene, legată de litofaciesul şi de tectonica acestor depozite. În consecinţă, depozitele pliocene ale unui etaj stratigrafic, la aceeaşi adîncime de îngropare pot prezenta temperaturi diferite. În repartiţia gradienţilor

eotermici se observă că valorile cele mai mari 2,50—3,00) sînt situate pe ridicarea de la Pitești și în zona structurală Moreni-Băicoi-Tintea-Boldești-Berca, față de care spre nord și spre sud scad, ajungînd în zona de platformă la valorile cele mai mici. În raport cu acești gradienți, în zona de îngropare maximă din sinclinalul de la nord de Boldești (circa 4700 m), temperatura actuală în depozite meoțiene, la gradientul de 2,85, este de circa 134°C, în timp ce la Tinosu (forajul 10), pe marginea sudică a avanfosei carpatice, la adîncimea de 2737 m și la gradientul termic de 1,50, temperatura depozitelor meoțiene ajunge abia la circa 42°C.

b. *Presiunea litostatică și adîncimea de îngropare*

Deși presiunea litostatică joacă un rol important în diageneza sedimentelor ca factor de compactizare, de cimentare și consolidare a sedimentelor, precum și de expulzarea fluidelor din roci, acțiunea acesteia în procesele de transformare a materiei organice în bitumene nu este pînă în prezent dovedită. În cadrul depozitelor pliocene, rolul presiunii litostatice în diageneza materiei minerale din sedimente se manifestă, evident, prin creșterea gradului de compactizare și cimentare a rocilor paralel cu adîncimea, din Levantin pînă în Meoțian.

Este de remarcat faptul că valoarea presiunii litostatice în Pliocenul subcarpatic, la adîncimi de 2500—5000 m este cuprinsă între 500 și 1000 kgf/cm$^2$.

c. *Timpul*

Perioada de timp în care s-a produs sedimentarea și diageneza depozitelor pliocene a avut o durată de aproximativ 6 mil. ani. Este știut că randamentul reacțiilor fizico-chimice determină durata de timp și că reacțiile pot să înceapă la temperaturi și presiuni mai joase, în cazul acțiunii prelungite a acestor agenți.

P h i l i p p i (1965) constată că în bazinele mio-pliocene Los Angeles și Ventura pragul de temperatură la care reacțiile de bituminizare a materiei organice încep să se intensifice este de circa 115°C, iar L o u i s și T i s s o t (1967) constată că pragul de temperatură este de circa 70°C pentru toarcianul din Bazinul Parisului. În primul caz, sedimentele supuse reacțiilor termice au o vechime de circa 10 mil. ani, iar în al doilea, de 180 mil. ani. Ulterior, T i s s o t și P e l e t (1971) susțin că nu trebuie să ne așteptăm la o distribuție prea regulată a pragului de temperatură în funcție de vîrstă și că, pentru sedimentele de vîrstă egală, natura materiei organice inițiale poate avea o influență importantă.

d. *Natura și gradul de metamorfism al materiei organice*

Materia organică din depozitele pliocene aparține, în parte, faunei și florei din apele bazinului, precum și faunei și florei terestre. Abundența materiei organice este legată de productivitatea biologică a bazinului, strict dependentă de condițiile paleogeografice. Biomasa principală care a constituit materia organică capabilă de transformare în hidrocarburi de petrol este reprezentată prin micro- și macroorganismele vegetale și animale din apele bazinului. Organismele terestre transportate în bazin, fiind formate în special din lignină, nu pot produce decît cărbuni și gaze uscate.

Din analizele geochimice executate pentru studiul rocilor generatoare de hidrocarburi din Pliocenul subcarpatic, publicate de C e r c h e z și A n t o n (1971), s-au obținut următoarele valori ale conținutului de carbon organic :

| | Valori limită | Conținut mediu | Număr de probe |
|---|---|---|---|
| Levantin | 0,53—1,00 | 0,76 | 2 |
| Dacian | 0,30—3,96 | 1,15 | 13 |
| Pontian | 0,12—1,35 | 0,61 | 39 |
| Meoțian | 0,16—1,53 | 0,63 | 82 |

Este de remarcat că valorile mai mari din probele de roci daciene și levantine reprezintă materia cărbunoasă, care în aceste etaje stratigrafice formează zăcăminte de cărbuni.

Analizînd compoziția chimică a extractelor de materie organică solubilă din rocile pelitice pe etaje stratigrafice, se constată (pl. II) următoarele raporturi procentuale între hidrocarburile saturate, hidrocarburile aromatice și rășini + asfaltene :

— în depozitele levantine toate extractele se caracterizează prin conținuturi mari de rășini și asfaltene (Finta, Leordeni) ;

— în Dacian, majoritatea extractelor prezintă aceleași caracteristici (Bărbunceşti-Grăjdana, Finta, Moreni, Spineni) ; rareori, rășinile și asfaltenele sînt sub 50% (Moreni, Finta) ;

— în Pontian, de asemenea, sînt în proporție de peste 50% (Finta, Bărbunceşti-Grăjdana, Berca-Arbănari, Păcureți, Moreni, Gura Șuței, Glîmbocelul și Otești) și în mai puține probe valoarea este sub 50% (Arbănași-Berca, Bărbunceşti-Grăjdana) ;

— în Meoțian, o parte din extracte conțin peste 50% rășini + asfaltene (Otești, Vața, Finta, Leordeni, Spineni, Bărbunceşti-Grăjdana și Berca-Arbănași) și altă parte sub 50% (Berca-Arbănași, Bărbunceşti-Grăjdana, Țintea, Vața și Finta).

În general, se constată că majoritatea extractelor din Levantin, Dacian și în Pontian pre-

zintă un conținut de peste 50% rășini și asfaltene și că în Meoțian, la unele structuri, prezintă valori de peste 50%, iar la altele, valorile sînt sub sau peste 50%.

Din aceste date se desprinde paralelismul dintre gradul de metamorfism al materiei organice și temperatura corespunzătoare adîncimii de îngropare a depozitelor pliocene.

Abaterile de la acest paralelism pot fi în parte explicate prin acțiunea agenților hipergeni, cum este cazul Meoțianului de la Berca-Arbănași, prin variația reacțiilor chimice de la un strat la altul și prin procesele de filtrație care se produc diferit de la un nivel la altul, în cursul migrației primare, proces foarte puțin studiat și cunoscut.

Se știe, de altfel, că și calitățile de petrol din același zăcămînt diferă în aceste componențe de la un strat productiv la altul.

Este interesant de remarcat cazul întîlnit la carota de Dacian din forajul 1 Finta (adîncime 1081 m), constituită din marnă, în partea superioară, și marnă aleuritică, în partea inferioară. Extractul din marnă prezintă 43% rășini + asfaltene și 57% hidrocarburi, iar din marna aleuritică 86% rășini + asfaltene și numai 14% hidrocarburi.

Este de subliniat că depozitele pliocene din structura Finta conțin numai zăcăminte de gaze, în Meoțian și Dacian.

## 3. Concluzii

Din studiul condițiilor paleogeografice, de sedimentație și diageneză a sedimentelor rezultă că hidrocarburile din depozitele pliocene sînt autohtone, transformarea materiei organice în hidrocarburi fiind determinată, în principal, de temperatura și adîncimea de îngropare a sedimentelor.

Bazinul sedimentar pliocen avînd o situație specială, caracterizată prin poziția unui flanc pe o zonă orogenă (avanfosa carpatică) și altul pe o zonă de platformă (Platforma Moesică), cu participarea dfierită a mișcărilor de subsidență și de cutare, formează un obiectiv prețios pentru studiul genezei hidrocarburilor și pentru formarea zăcămintelor de petrol și gaze.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Atanasiu, I., Saulea-Bocec, Em. Contributions à la connaissance de la faune de l'étage méotien — ROTALIA BECCARII L. Notationes Biologice vol. vin 1—2, Bucarest, 1948.
1. a. Barbu, I. Catalogul vertebratelor fosile din România. Mem. Secț. St. Acad. Rom., 1930.
2. Balteș, N. Distribution stratigraphique des dinoflagellés et des acritarches tertiaires en Roumanie. Proc. first intern. conf. planktonic microfossils. Geneva, 1969.
3. * * * Pliocene dinoflagellata and acritacha in Roumania. Roma, 1971.
4. Căpraru, C. și Olteanu, I. Date noi privind mecanismul formării zăcămintelor de hidrocarburi din zona cutelor din România. Petrol și gaze, **19**, nr. 6, 1968.
5. Cerchez, V. și Anton, S. Cercetări asupra unor roci generatoare de hidrocarburi din Pliocenul subcarpatic. Petrol și gaze, **22**, 1971.
6. Cobălcescu, Gr. Despre originea și zăcămintele petrolului în general și în particular în Carpați. Discurs de recepție la Academia Română, 1887.
7. Coquand, H. Sur les gites de Pétrole de la Valachie et de la Moldavie et sur l'âge des terrains qui les contiennent. Bull. soc. géol. de France, 1867.
8. Creanga, I. și colab. Les pétroles bruts roumains dans la classification „Carpatica". Rev. de Chimie Acad. Republ. Pop. Roum. **VIII**, nr. 1, 1962.
9. Engler, C. Die Frage der Entstehung des Petroleums 3e Congr. intern. Petrole 1907 — Compt Rendu TI, Bucarest. 1910.
10. Fuchs, F. și Sarasin, E. Notes sur les sources de pétrole de Câmpina (Valachie). Archives des sciences nar. Genève, 1873.
11. Givulescu, R. Flora pliocenă de la Cornițel. Mem Acad. R.P.R., 1957.
12. Hanganu, E. Studiul stratigrafic al Pliocenului dintre văile Teleajen și Prahova. Inst. Geol. Std. Tehn Econ. Seria **7**, nr. 2, București, 1966.
13. Hlauschek, H. Rumanian crude oils. B.A.A.P.G nr. 4, 1950.
14. Ionescu Argetoaia. Pliocenul din Oltenia. An Inst. Geol. Rom. **8**, 1914.
15. Kraus, M. Oil deposits and the Tectonics of vertical pressure. Petrol. Technol., T.G., nr. 38, London, 1923
16. Krejci, K. și Wenz, W. Stratigraphie und Paleontologie des Obermiozäns und Pliozänsder Muntenia (Rumänien). Ztschr. deutsch. geol. gessel. **83**, nr. 2—3 1931.
17. Krejci, K. și Wetzel, W. Die gesteine der rumänischen Erdölgebiete. Arch. f. Lagerstättenforsch nr. 62, 1936.
17a. Motaș, I. Asupra stratigrafiei mio-pliocenului dintre valea Ialomiței și valea Dîmboviței la N de Tîrgoviște D.S. Inst. Geol. Rom. **36**, 1949.
17b. Motaș, I. Ponțianul din bazinul Riul Alb-valea Dîmboviței. Bul. Inst. Petrol, Gaze, Geol., **6**, 1960.
18. Louis, M., Tissot, B. Influence de la température et de la pression sur la formation des hydrocarbures dans les argiles a kerogène. Congr. VII mondial de Petrol, II, 1967.
19. Mrazec, L. Despre formarea zăcămintelor de petrol din România. Discurs de recepție la Academia Română, București, 1907.
20. Mrazec, L. Über die Bildung der rumänischen petroleumlagerstätten. Congr. internation de pétrole 3 ème Session, 1907, Bucarest, 1910.
21. Mrazec, L. Despre compoziția apelor fosile de zăcămînt din formațiunile de petrol și originea iodului lor. D.S. Inst. Geol. Rom. **VI** (1914—1915), București, 1923.
22. Mrazec, L. Le pétrole, conditions géologiques et géographiques. Annales de Géographie, **XXXIII**, 1924.
23. Mrazec, L. Vorlesungen über die Lagerstätten des Erdöl. Petroleum. Bd. **XII**, nr. 24, 1926.
24. Mrazec, L. Aperçu sur le caractère des gisements de pétrole de la Roumanie. Publ. Université, Praha, 1931.
25. Murgoci, G. Die Petroleum-lagerstätten von Bălteni. C.R. Congr. Intern. du Pétrole, **III** a Sess, 1907, București, 1910.
26. Murgoci, G. Das Facies und die Tektonik der Tertiäres von Oltenia im Bezug an die Petroleum-lagerstätten. C.R. Congr. Intern. du Pétrole, **III** Sess. 1907, București, 1910.

Murgoci, G. Date noi relative la zăcămintele petrolului. Analele Minelor din România, nr. 8—9, 1921.

Murgoci, G. Despre originea anorganică a petrolului. D.S. Inst. Geol. Rom., **IX**, 1920—1921, București, 1926.

Negoiță, V. Étude sur la distribution des températures en Roumanie. Rev. Roum. de Geol. Geoph., Geogr., Série Geophysique. Acad. Roum. **14**, nr. 1, 1970.

Olteanu, F., Popescu, M. și Iorgulescu, T. Contribuții la cunoașterea stratigrafiei neogenului din Oltenia și Muntenia. Std. și cercet. explor. exploat. și prelucrarea țițeiului. Ed. tehnică, București, 1958.

Pană, I. Studiul depozitelor pliocene din regiunea cuprinsă între valea Buzău și valea Bălănească. Inst. geol., St. tehn. econ. seria J., nr. 1, București, 1966.

Philippi, G. T. On the depth, time and mecanism of petroleum generation. Geoch. Cosm. Acta. **29**. 9, 1965.

Pop, E. Flora pliocenă de la Borsec. Tip. Cluj, 1936.

Potonié, H. Zur Frage nach den Urmaterialien der Petrolea. Iahrb. d. kgl. Preuss. Geol. Landes anss., 1904.

Sandu, D. și Stănescu, V. Contribuții la studiul evoluției catagenetice a petrolului din meoțianul avanfosei carpatice interne. Petrol și gaze, **23** nr. 9, 1972.

Simionescu, I. Les vértebrés pliocenes de Măluș-teni. Acad. Roum. fond. Adamachi, **9**, nr. 49, 1910.

Simionescu, I. Tertiäre und Pleistozäne Camelidae in Rumänien. Bull. Sect. Acad. Roum., **15**, nr. 1/2, 1932.

Stănescu, V. Problemele formării petrolului în Avanfosa carpatică internă, după exemplul unor structuri diapire. Petrol și gaze, **21**, 1970, nr. 11.

Teisseyre, W. Asupra etajelor Meotic, Pontic și Dacuc din regiunea subcarpatică a Munteniei de răsărit. An. Inst. Geol. Rom., **2**, 1908.

Tissot, B. și Pelet, R. Date noi asupra mecanismelor de geneză și de migrație ale petrolului. Simularea matematică și aplicarea în prospecțiuni. Al 8-lea Congres Mondial al Petrolului, Moscova, 1971.

Visotki, I. V. Formirovanie naftianih mestorojdenii v skladciatih oblastiah. Nedra, Moskva, 1971.

Voiteşti, I. P. Petrolul românesc. Edit. Fund. Reg. București, 1943.

Walters, R. P. La presence du pétrole dans la Dacien de Gura Ocniței-Est et la question de l'origine de pétrole en Roumanie, C.R. Inst. Geol. Roum., **XXIV**, Bucarest, 1940.

Wenz, W. Die Mollusken des Pliozäns der rumänischen Erdöl-Gebiete. Senckenbergiana, Bd. **24**, Frankfurt a M., 1942.

Zuber, R. Kritische Bemerkungen über die modernen Petroleumhypothesen. Ztsch. f. prakt. Geol., 1898.

# Rolul diapirismului în formarea și distribuția hidrocarburilor în zona mio-pliocenă

E. Hristescu și Gh. Olteanu

Zona mio-pliocenă din Muntenia face parte din avanfosa Carpaților Orientali, ocupă suprafața cuprinsă între Valea Slănicului și Valea Dîmboviței și reprezintă una dintre cele mai prolifice suprafețe petrolifere din țară.

Studiile geologice întreprinse de Mrazec și Teisseyre (1900) asupra masivelor de sare au pus în evidență în această zonă (Băicoi-Țintea) un nou tip de structuri, și anume, cute străpunse de sîmburi de sare, de vîrstă mai veche decît stratele pe care le despică.

Mrazec studiază în continuare acest tip de structuri, pe care le numește „cute diapire", noțiune introdusă în literatura geologică pentru prima dată. Cu această ocazie se stabilește rolul lor în formarea zăcămintelor (1907), prin migrație verticală pe lîngă pereții sării.

Concepțiile lui Mrazec asupra formării cutelor diapire, aspectelor pe care le prezintă sîmburii de sare și rolului lor în formarea capcanelor pentru hidrocarburi, nu au suferit pînă azi modificări esențiale.

Rezultatele obținute ulterior, prin studii geologice, prin studii de sedimentologie, de geochimia petrolurilor și analiza mai profundă a zăcămintelor suprapuse au condus la schimbări privind măsura în care migrația verticală în cutele diapire a contribuit la punerea în loc a acumulărilor de hidrocarburi.

## 1. Rolul diapirismului în formarea zăcămintelor de hidrocarburi în zona mio-pliocenă

Pentru a putea prezenta gradul actual de cunoaștere a cercetărilor asupra rolului pe care l-au jucat cutele diapire la punerea în loc a acumulărilor, este necesar să se treacă în revistă, pe scurt, evoluția ideilor geologilor care au lucrat în această regiune și s-au preocupat de această problemă.

Ipotezele care au încercat să explice acumularea zăcămintelor de hidrocarburi în zona mio-pliocenă se pot împărți în două grupe: ipoteze care consideră că migrația hidrocarburilor s-a făcut vertical, de-a lungul pereților sării sau al faliilor, și ipoteze care admit numai migrare laterală.

— Cobălcescu (1887) și Murgoci (1921), susținători ai ipotezei anorganice, au argumentat că sarea și petrolul, care sînt de origine internă, au migrat împreună, în zăcămintele de hidrocarburi localizate în formațiunile care îmbracă cutele diapire.

— Mircea (1907) și Voitești (1918, 1920, 1921, 1924) consideră că petrolul a migrat de la mare adîncime, fără a preciza poziția stratigrafică a rocii generatoare, din care, prin migrație verticală, s-a acumulat în zăcămintele din zona mio-pliocenă.

— Mrazec (1905, 1907, 1914, 1915, 1922, 1927, 1931) Krejci-Graf (1929) au susținut că hidrocarburile au fost generate în stratele de Cornu din Acvitanian, ajungînd în formațiunile pliocene de-a lungul pereților sării sau pe falii.

— Macovei (1924, 1932, 1937, 1938) și Atanasiu (1927, 1948) au considerat că petrolul din toate zăcămintele din zona mio-pliocenă își are originea în șisturile menilitice și disodilice oligocene, din care au migrat de-a lungul sării și faliilor.

— Grigoraș (1956, 1957, 1961, 1963) și Gavăt (1964) admit ca posibile, în coloana stratigrafică, mai multe roci generatoare, din care petrolul a fost „stors" și a migrat în zăcămintele pliocene pe falii sau pe lîngă pereții sării.

Trebuie menționați, de asemenea, și cercetătorii care au admis că petrolul s-a acumulat prin migrare laterală sau migrare laterală și verticală.

— Novac (1922), Kraus (1923), Zuber (1925) au combătut migrarea verticală, susținînd că zăcămintele din zona mio-pliocenă sînt primare.

— Mrazec, mai tîrziu (1915, 1927), a susținut că țițeiul s-a putut forma și în Meoțian, din care a migrat în Dacian și Levantin, pe lîngă sare.

— Hlauschek (1950), ținînd seamă de caracterul deosebit al țițeiurilor din diferite formațiuni, a susținut, de asemenea, că zăcămintele din Pliocen sînt primare.

— În ultimele lor publicații, Voitești (1935) și Preda (1957) s-au situat pe poziția că zăcămintele din Pliocen sînt primare.

În concluzie, se poate desprinde că toți cercetătorii, indiferent dacă au susținut sau nu că petrolul este de origină anorganică sau

organică, dacă au admis sau nu migrarea verticală, au acceptat că sarea a avut un rol important în acumularea zăcămintelor de hidrocarburi. După unii ar exista și o legătură genetică între sare și petrol.

Pentru cercetătorii care susțin că petrolul nu a migrat vertical, sarea a avut numai rol de ecran în acumularea hidrocarburilor.

## II. Cadrul geologic

La sfîrșitul orogenezei savice, după regresiunea din timpul Acvitanianului, ia naștere avanfosa carpatică, ultimul stadiu al geosinclinalului alpin, care se așază cu flancul intern pe zona flișului (epicarpatic), iar cu cel extern pe Vorland (epiplatformic). Umplutura avanfosei este formată din depozite de molasă în intervalul stratigrafic Burdigalian-Pliocen (pleistocen), în care se pot distinge două cicluri de sedimentare. Ciclul inferior burdigalian-helvețian și ciclul superior tortonian-pleistocen.

Stratigrafia zonei mio-pliocene este descrisă în literatura de specialitate, și din această cauză nu se va insista asupra subiectului respectiv, decît numai în măsura în care este necesar pentru o mai bună înțelegere a formării zăcămintelor de hidrocarburi și a legăturii dintre diapirism și acumularea zăcămintelor de petrol și gaze în formațiunile care înconjoară sîmburii de sare din axa anticlinalelor.

Din punct de vedere stratigrafic, în această zonă interesează numai formațiunile geologice, începînd cu Acvitanianul pînă la Levantin. În secțiunea lor sînt prezente roci pelitice care au avut un dublu rol, de roci generatoare de hidrocarburi, iar după ce s-au tasat și au devenit impermeabile, au servit drept acoperiș impermeabil. Rocile psamitice au rolul de roci-rezervor, în care hidrocarburile au migrat primar, ca urmare a compactizării rocilor pelitice și în care a avut loc apoi migrarea laterală, pînă în capcanele în care au fost găsite sub formă de acumulări industriale.

În coloana stratigrafică (fig. 1) este arătată schematic succesiunea de sedimente din zona mio-pliocenă de la Oligocen la Levantin. De asemenea, sînt arătate natura litologică a formațiunilor, grosimea și faciesul marin, salmastru sau de apă dulce. Se observă cum, treptat, apele marine din Tortonian trec în ape salmastre în Sarmațian și apoi în ape dulci în Pliocen. De asemenea, sînt indicate și formațiunile în care sînt localizate zăcămintele de petrol și gaze libere.

Grosimea totală a sedimentelor, în care se reflectă subsidența din timpul depunerii, variază între 2000 m în vest, ajungînd la 800—10000 m în est.

Din nordul țării, pînă la curbura carpaților, flancul intern al avanfosei este constituit din depozitele primului ciclu de sedimentare. Peste acesta, spre exterior, se dispun, transgresiv și discordant, depozitele ciclului superior, începînd cu Tortonianul.

Flancul extern, care se așază pe Vorland, este constituit din depozitele ultimului ciclu de sedimentare (Tortonian superior, Sarmațian și Pliocen).

Începînd din valea Slănicului spre sud și vest, cuvertura de sedimente sarmato-pliocene acoperă zona ocupată pînă aci numai de depozitele primului ciclu de sedimentare, mascînd astfel structura cutată a flancului nordic în cute-solzi și cute normale. Cuvertura sarmato-pliocenă se extinde treptat spre vest, așezîndu-se spre nord direct pe zona flișului paleogen. De sub această cuvertură slab cutată, cu sinclinale largi, sedimentele miocene apar sub forma unor butoniere în axul cărora străpunge uneori sarea.

Cu aceste caractere, suprafața cuprinsă între valea Slănicului și valea Dîmboviței a fost denumită zona mio-pliocenă (fig. 2).

În timpul depunerii Sarmațianului și Pliocenului, axul avanfosei carpatice se plasează pe platformă, în fața liniei pericarpatice, după care zona cutată a avanfosei încalecă peste Vorland. La această concluzie se ajunge după constatarea că, în imediata apropiere a acestei falii, depozitele sarmato-pliocene sînt mai groase decît în zona cutată mio-pliocenă.

Încălecarea de-a lungul faliei pericarpatice, după datele sondelor Tinosu și Gura Sutei, este consecința acțiunii de subîmpingere a platformei spre nord, probabil conjugată cu mișcările tangențiale carpatice de la nord spre sud, în care sarea tortoniană, cel puțin în partea frontală, a jucat rolul de lubrifiant (fig. 3).

Sub planul de încălecare, dovedit prin sonde pe circa 10 km, lipsește Oligocenul, iar în fruntea pînzei chiar depozitele acvitaniene și în parte, burdigaliene.

Pe cuprinsul zonei mio-pliocene dintre valea Slănicului și valea Cricovului Sărat, Miocenul are o structură geologică foarte complicată, de cute-falii deversate spre sud sau chiar spre nord, iar în axul lor apar lame de sare sau diapire. Depozitele sarmațiene și pliocene deschise la zi nu conțin zăcăminte petrolifere. Structurile petrolifere din această zonă Arbănași-Berca-Bărbunceşti nu prezintă nici un indiciu că ar putea fi diapire. Numai în zona de la vest de Cricovul Sărat se dezvoltă cute diapire tipice, pe care s-au descoperit acumulări de hidrocarburi importante.

Atanasiu (1948) grupează cutele diapire pe trei aliniamente de tipuri diferite, în funcție de gradul de influență a mișcărilor tangențiale care au acționat de la nord spre sud și de adîncimea la care se găsește sarea.

Primul aliniament (cute diapire revărsate) se situează în partea de nord a zonei mio-pliocene, în apropierea zonei flișului paleogen, flancul nordic spre sud și acoperind complet sinclinalul adiacent sau chiar anticlinalul care se dezvoltă în față.

| Era | Perioada | Epoca | Etaj | Grafic | Grosime m. | Litologic | Facies | Acumul. de hidrocarburi ● petrol ☼ Gaze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QUATERNAR | | | | | 50 - 100 | *Conglomerate, pietrișuri, nisipuri și marne.* | Continental | |
| TERȚIAR | NEOGEN | PLIOCEN | Levantin | | 1000-2500 | *Nisipuri, argile, marne, interc. cărbuni.* | Lacustru | ● ☼ |
| | | | Dacian | | 100-500 | *Nisipuri, marne și cărbuni în bază.* | Lacustru | ● ☼ |
| | | | Pontian | | 200-1200 | *Marne în vest, marne și nisipuri în nord și est.* | Salmastru și intercalații de apă dulce. | ● ☼ |
| | | | Meotian | | 50-700 | *Gresii, nisipuri și marne.* | Salmastru cu interc. de a. dulce | ● ☼ |
| | | MIOCEN | SARMATIAN — Kersonian | | 200 | *Gresii, calcare.* | Salmastru | ● |
| | | | SARMATIAN — Basarabian | | 200 | *Gresii, nisipuri și marne.* | Salmastru | |
| | | | SARMATIAN — Volhinian | | | *Marne, nisipuri.* | Salmastru | ● |
| | | | SARMATIAN — Buglovian | | 100 | *Marne.* | Marin Salmastru | |
| | | | TORTONIAN — super. | | 150 | *-Marne nisipoase cu Spirialis* | Marin | |
| | | | TORTONIAN — super. | | 250 | *-șisturi cu Radiolaria.* | Marin | |
| | | | TORTONIAN — super. | | 600 | *Breccia sării cu masivul de sare.* | Lagunar | |
| | | | TORTONIAN — infer. | | 10-100 | *Tufuri cu Globigerina* | Marin | |
| | | | HELVETIAN — super. | | 1700 | *Marne, gipsuri, gresii.* | Marin Lagunar | |
| | | | HELVETIAN — infer. | | 500 | *Conglomerate, gresii roșii și marne.* | Marin Lagunar | ● |
| | | | Burdigalian | | 500 | *Conglomerate, marne și nisipuri.* | Marin Lagunar | |
| | PALEOGEN | OLIGOCEN | Aquitanian | | 100 | *Marne, breccie, sare gipsuri.* | Lagunar | |
| | | | super. | | 20-50 | *Menilite super. și Diatomite* | Marin euxinic | |
| | | | super. | | 500 | *Gresie de Kliwa sup.* | Marin | ● |
| | | | mediu | | 200-250 | *Str. Podul Morii* | Marin | |
| | | | infer. | | 500-700 | *Gresie de Kliwa inf.* | Marin | ● |
| | | | infer. | | 120-200 | *Șisturi disodile.* | Marin euxinic | |
| | | | infer. | | 20-40 | *Menilite infer.* | Marin euxinic | |
| | | EOCEN | super. | | 2000 | *Gresii și marne.* | Marin | |

Fig. 1. Coloana stratigrafică din zona mio-pliocenă.

în lungul lui cutele au aspect de cutesolzi, care în anumite sectoare iau aspectul unor adevărate pînze născînde, înaintînd cu

Pe acest aliniament se pot distinge trei linii cu aceleași caractere, după care încălecarea se face de la nord la sud: Ocnița-Colibași-Cîm-

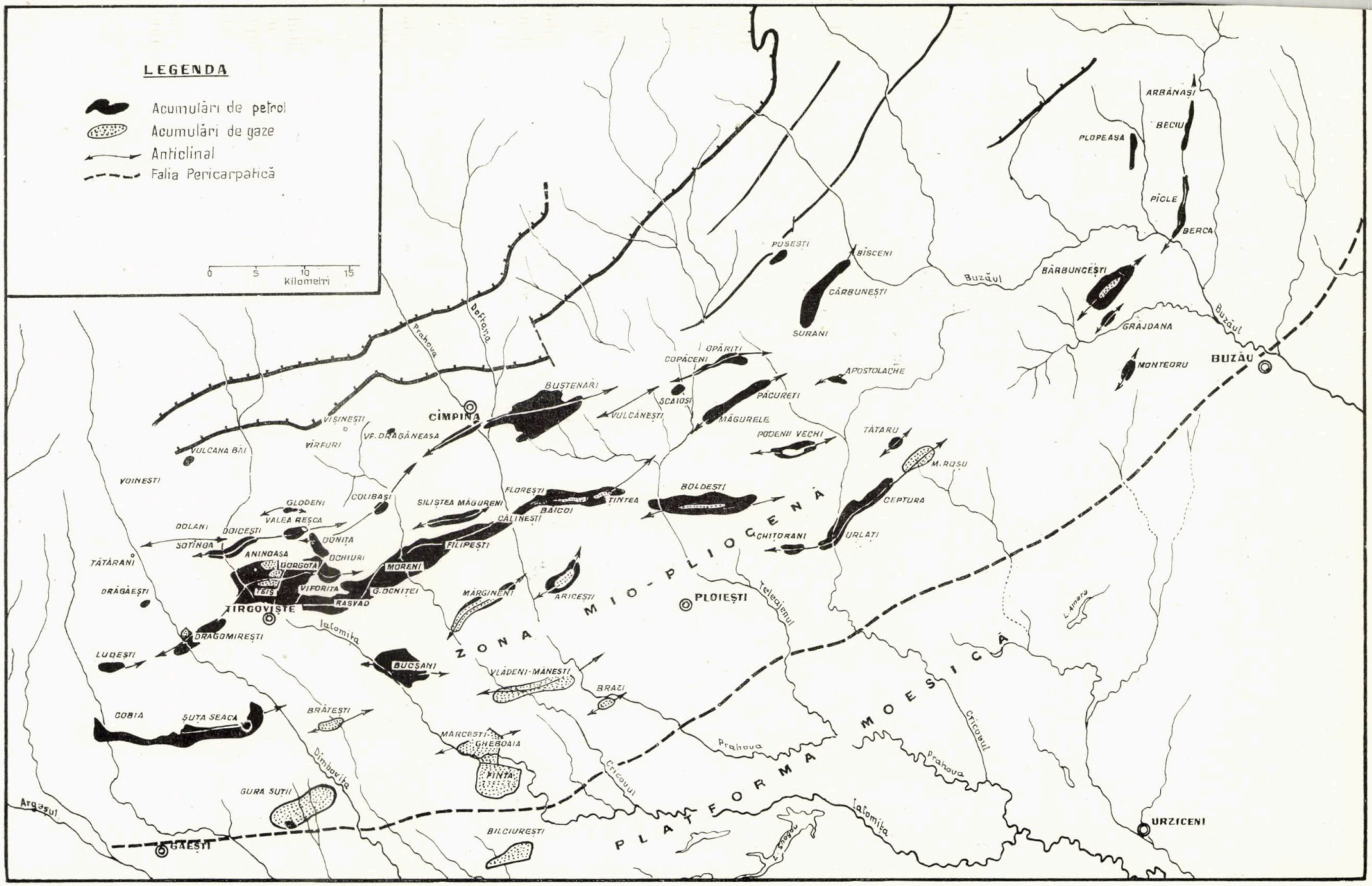



Fig. 2. Acumulările de hidrocarburi în Meoțian din zona mio-pliocenă

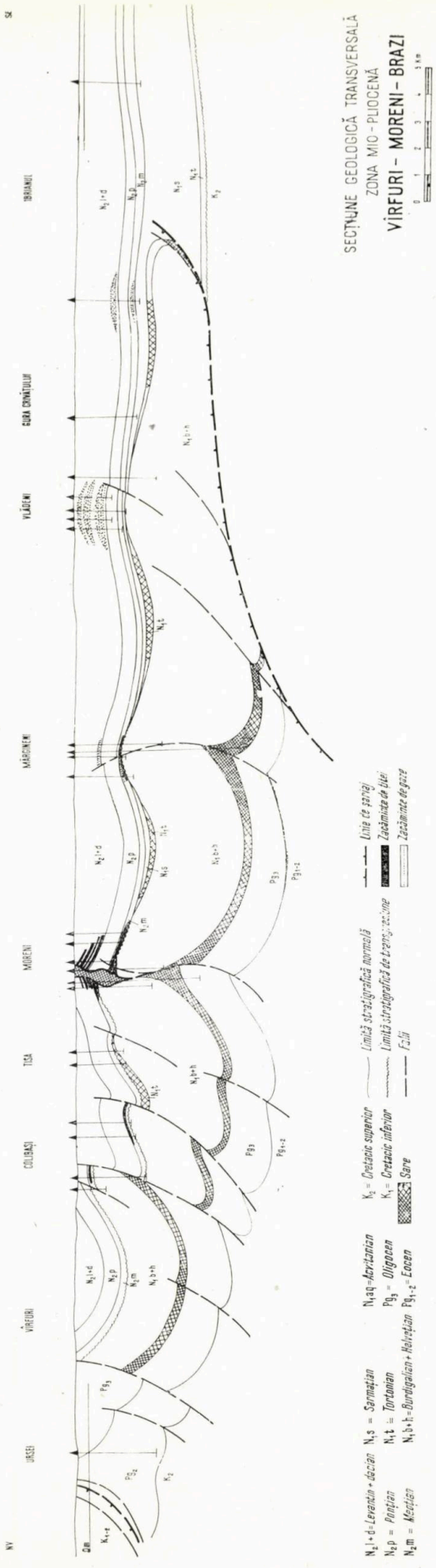



Fig. 3

pina, Mălăești-Nucet-Apostolache și Podeni Noi—Valea Dulce (fig. 3).

Sarea diapiră, în baza planului de încălecare se întîlnește sub formă de lame și uneori apare la zi. Pe linia mai nordică, sarea este de vîrstă burdigaliană, pe celelalte, care încep să se dezvolte din Valea Cosminele spre est, vîrsta sării este tortoniană.

Mai la sud se dispune aliniamentul cutelor diapire exagerate (Gura Ocniței-Moreni-Băicoi -Tintea), în care sarea burdigaliană apare la zi. El este încadrat la nord și sud de două sinclinale largi de Pliocen.

Al treilea aliniament, al cutelor diapire atenuate, cuprinde structurile Bucșani, Mărgineni, Aricești, Ploiești și Vlădeni-Mănești, care eventual include și structurile Valea Orlei-Ceptura-Urlați. Pe acest aliniament, sarea burdigaliană rămîne în adîncime, fiind atinsă la Mărgineni la circa 5000 m. Pe această linie, la formarea diapirelor contribuie și sarea de vîrstă tortoniană.

Legătura dintre structurile care au fost înglobate la acest aliniament este discutabilă.

După rezultatele unor sonde de mare adîncime (Gura Suței, Tinosu), pe celelalte structuri care se dezvoltă mai la sud, aproximativ în lungul liniei pericarpatice Finta-Brazi, sarea nu a jucat nici un rol în formarea lor.

## III Distribuția zăcămintelor de hidrocarburi în zona mio-pliocenă a cutelor diapire

Acumulările de hidrocarburi din zona mio-pliocenă sînt localizate în Burdigalian-Helvețian, Meoțian, Dacian și Levantin (fig. 1).

Hidrocarburile din Burdigalian-Helvețian sînt cantonate în capcane stratigrafice sub planul de discordanță al transgresiunii meoțiene (Teiș și Runcu-Buștenari), de regulă pe flancurile unor anticlinale în axul cărora apare Oligocenul.

Faptul că aceste zăcăminte se găsesc întotdeauna sub planul de discordanță al Meoțianului productiv a condus la ideea că țițeiul din aceste zăcăminte provine din Meoțian.

Sarmațianul este productiv ca și cele din Burdigalian-Helvețian în zăcăminte stratigrafice. Acumulările sînt cantonate în Bessarabianul mediu superior (Boldești, Tintea) sau în Volhinian-Buglovian (Aricești-Mărgineni). În primul caz, fiind reprezentate prin faciesul pelitic al Bessarabianului inferior, iar în al doilea caz, prin pelitele care intră în constituția Buglovianului. Așadar, în ambele cazuri acumulările reprezintă zăcăminte primare. Suprafețe productive la Aricești-Mărgineni sînt situate pe periclinele structurilor.

În afară de zăcămîntul de la Boldești, care a furnizat 90% din totalul producției obținute

din Sarmaţianul zonei mio-pliocene, celelalte sînt de mică importanţă.

Meoţianul cuprinde cele mai importante zăcăminte de hidrocarburi din zona mio-pliocenă. În general, este transgresiv, mai ales pe rama de nord şi vest.

Hidrocarburile în Meoţian sînt în zăcămînt primar. La originea hidrocarburilor din aceste zăcăminte stau intercalaţiile pelitice cuprinse în secţiunea sa, la care trebuie să se adauge şi marnele ponţiene care se aşază în continuitate de sedimentare.

În Meoţian se întîlnesc zăcăminte de ţiţei şi gaze. În zona nordică se întîlnesc aproape numai zăcăminte de ţiţei, în timp ce în sud creşte substanţial ponderea acumulărilor de gaze.

Ponţianul, care se prezintă în general pelitic, este cunoscut productiv numai în partea de est a zonei mio-pliocene, acolo unde trece într-un facies nisipos.

Se admite că pelitele Ponţianului reprezintă o rocă-sursă, atît pentru zăcămintele proprii, cît şi pentru Meoţian şi Dacian.

Ponţianul conţine acumulări de gaze şi ţiţei. Acumulările de gaze (Bărbuncești) sînt cele mai importante.

După Meoţian, Dacianul este a doua formaţiune în ceea ce priveşte volumul producţiei totale de ţiţei din zona mio-pliocenă. El conţine zăcăminte de ţiţei şi gaze libere. Zăcămintele de ţiţei nu prezintă cap de gaze. Ca şi în cazul Meoţianului, acumulările de ţiţei se găsesc spre nord, pe flancul ridicat al zonei mio-pliocene, iar zăcămintele de gaze libere în partea coborîtă — externă — a avanfosei.

Acumulările de hidrocarburi din Dacian sînt primare, generate, după cît se pare, de intercalaţiile pelitice din interiorul formaţiunii respective şi de partea superioară a Ponţianului.

Levantinul se prezintă într-un facies nisipos grosier, cu un pachet de argile la bază. El este productiv cu ţiţei pe structura Moreni şi gazeifer, pe structura Boldeşti.

Din analiza informaţiilor disponibile se constată că repartizarea în suprafaţă a zăcămintelor de hidrocarburi legate de cutele diapire, pe flancul nordic al avanfosei carpatice, este conformă teoriei lui Gussov (fig. 3, 4).

Astfel, pe aliniamentul cel mai nordic, se cunosc numai zăcăminte de ţiţei (Glodeni, Colibaşi, Cîmpina), pe cel situat imediat la sud, zăcăminte de ţiţei cu cap de gaze (G. Ocniţei-Moreni-Băicoi-Tintea), iar în continuare zăcăminte de ţiţei de dimensiuni reduse şi cupole de gaze dezvoltate, precum şi strate exclusiv gazeifere (Bucşani-Mărgineni, Aricești).

Pe cel mai sudic aliniament din apropierea axului fosei s-au găsit numai zăcăminte de gaze libere (Finta-Gheboaia, Mănești, Vlădeni, Brazi).

Înălţimile capcanelor de pe aliniamentele amintite scad de la nord către sud. În consecinţă, pe aliniamentul nordic puternic tectonizat Pliocenul este parţial erodat. Cele mai prolifice zăcăminte de ţiţei se evaluează pe aliniamentul al doilea, unde formaţiunile pliocene sînt complet dezvoltate, iar stratele, în special pe flancul sudic, sînt puternic redresate.

Zăcămintele de pe acest aliniament au furnizat peste 50% din producţia cumulativă a întregii zone mio-pliocene.

## IV. Rolul diapirismului în formarea zăcămintelor de hidrocarburi în zona mio-pliocenă

În stabilirea rolului pe care l-a avut diapirismul în formarea acumulărilor de hidrocarburi se pleacă de la ideea emisă de Mrazec, potrivit căreia, la impulsul ascensional al sării, un rol important l-au avut forţele orogenice. Se reţine, de asemenea, remarca lui Mrazec în legătură cu rolul sării în crearea capcanelor în care se găsesc astăzi zăcămintele de hidrocarburi.

Aceste capcane sînt de tip structural: anticlinale normale, anticlinale asimetrice, cutefalii al căror flanc nordic încalecă peste cel sudic, sau invers, cu amploare variabilă, monocline etc. În general, aceleaşi forme structurale se întîlnesc şi pe anticlinalele unde evaporitele lipsesc, cu singura deosebire că, în primul caz, sarea joacă rol de lubrifiant şi amplifică liniile de încălecare, precum şi amplitudinile capcanelor (fig. 3, 4).

Trebuie, de asemenea, menţionat că din cauza ritmicităţii ascensiunii sării după fazele de orogeneză stirică şi attică, pe flancul cutelor diapire iau naştere şi capcane stratigrafice. Odată create, în astfel de capcane s-au acumulat hidrocarburile şi au luat naştere zăcămintele cunoscute.

Cum şi pe ce cale au ajuns hidrocarburile să umple capcanele este greu de precizat. Migraţia hidrocarburilor este, fără îndoială, una dintre cele mai complexe probleme din geologia petrolului.

Multă vreme s-a considerat că între ţiţei şi sare există o legătură genetică (Voolnaugh 1937), roca generatoare de hidrocarburi nu se putea depune decît în mediu marin.

Mrazec admite că stratele de Cornu (acvitaniene) sînt singurele roci-mamă care au generat ţiţeiul din zăcămintele carpatice, iar Macovei susţinea acelaşi lucru pentru şisturile disodilice din oligocen. În aceste condiţii, după părerea lor, hidrocarburile din zăcămintele pliocene depuse în ape dulci nu puteau să provină decît prin migraţie verticală pe lîngă pereţii sîmburilor de sare din roci-mamă inferioare depuse în mediu marin.

Mrazec (1915) şi, mai tîrziu, Voiteşti (1935) admit că şi Meoţianul conţine roci generatoare de ţiţei.

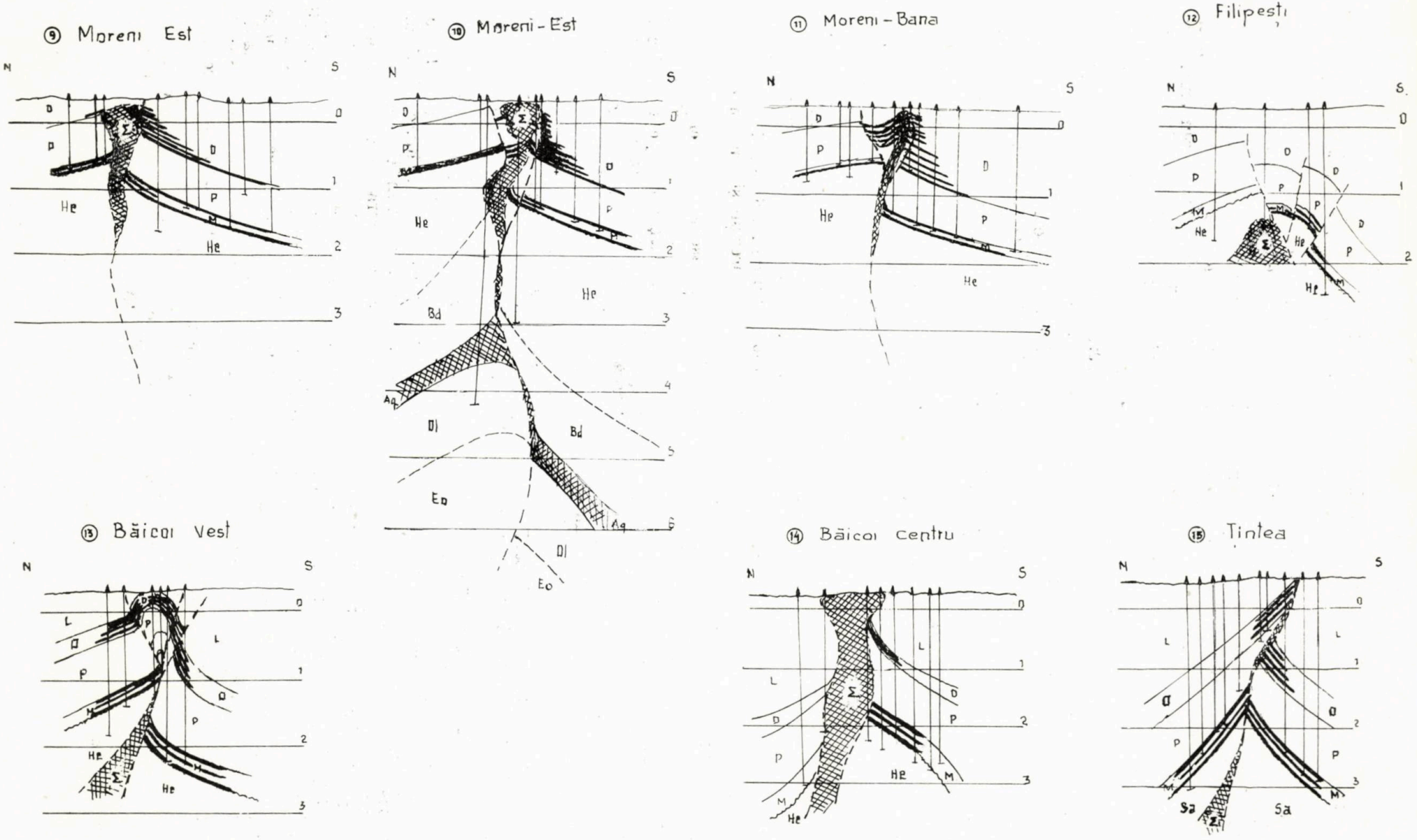



Fig. 4. Tipuri de structuri din zona mio-pliocenă.

Ulterior, Brorgersma-Sarders (1951), Silverman și Epstein (1958), Eckelman (1962) și, recent, Anton (1971), în urma studiilor sedimentologice și geochimice, aduc argumente în favoarea genezei hidrocarburilor în ape dulci.

În fața acestor argumente poate fi admisă ipoteza migrării laterale, mai plauzibilă din punctul de vedere al mecanismului fluidelor.

În acest moment, cînd se admite curent ideea că țițeiul este primar, chiar în zăcămintele acumulate în formațiuni de ape salmastre, și că, deci, nu există nici o legătură genetică între țiței și sare, cutelor diapire nu le mai rămîne, în procesul de formare a acumulărilor de țiței, decît un singur rol, acela de creare a capcanelor.

Nici migrației verticale a hidrocarburilor pe lîngă pereții sării nu i se mai poate acorda un rol substanțial. Sarea este impermeabilă și, ca orice rocă pelitică impermeabilă, ea nu poate îndeplini decît funcția de ecran.

În zona mio-pliocenă, faliile axiale sînt falii intense de compresiune, etanșe și nu au putut servi drept căi de migrare pe verticală. Din cauza intruziunii sării, chiar faliile care ar fi putut fi neetanșe devin etanșe.

Se poate spune că pereții sării, la contactul cu rocile pe care le străbat, nu au putut să joace decît rol de ecran.

În concluzie, hidrocarburile din Sarmațian și Pliocen au luat naștere în avanfosa carpatică al cărei ax se găsea pe platformă, imediat la sud de linia pericarpatică.

Dinspre avanfosă, țițeiul și gazele au migrat lateral către flancul intern carpatic mai ridicat. În timpul punerii în mișcare a hidrocarburilor, capcanele diapire erau deja formate înainte de sfîrșitul mișcărilor valahice. Zăcămintele cele mai bogate s-au acumulat pe aliniamentele diapire cele mai înalte și care au constituit zonele principale de apel pentru hidrocarburi (G. Ocniței-Moreni-Băicoi-Tintea) (fig. 2, 3).

## Concluzii

Zona mio-pliocenă face parte din avanfosa pericarpatică, corespunzînd sectorului cuprins între valea Slănicului și valea Dîmboviței, care a luat naștere după faza de cutare savică. Este alcătuită din depozite de molasă de vîrstă burdigalian-pliocenă. Ea se reazemă cu flancul nordic pe zona flișului paleogen, iar cu flancul sudic pe Platforma Moesică.

În timpul Pliocenului, axul avanfosei se situează pe Platforma Moesică, în imediata apropiere a liniei pericarpatice.

Zona mio-pliocenă cuprinde cele mai bogate zăcăminte de hidrocarburi în Pliocen, pe structuri diapire, cu sîmburi de sare în ax. Diapirele tipice se dezvoltă între valea Cricovului Sărat și valea Dîmboviței.

La începutul exploatării acestor zăcăminte domina ideea unei legături genetice între sare și hidrocarburi. Potrivit acestei idei, țițeiul și gazele localizate în Pliocenul situat în jurul diapirelor provin din adîncime pe calea migrației verticale pe lîngă pereții sării. Sursa admisă era stratele de Cornu din Oligocen sau alte formațiuni geologice mai vechi. Ulterior, prin creșterea gradului de cunoaștere, s-a intuit că țițeiul din Meoțian poate fi socotit primar (Mrazec, 1915).

Mult mai tîrziu, cercetări sedimentologice și geochimice au arătat că și în mediul de sedimentare în apele dulci există condiții de geneză a hidrocarburilor. Atunci s-a admis părerea că toate hidrocarburile acumulate în capcane situate în Pliocenul din jurul diapirelor sînt de origină primară.

După emiterea și consolidarea ideii că țițeiul din zăcămintele pliocene situate în capcane provocate de ascensiunea sării este primar, rolul migrației verticale în formarea acumulărilor de hidrocarburi a fost preluat de migrația laterală.

În prezent se admite ipoteza că hidrocarburile din Pliocen au luat naștere în avanfosa carpatică și că s-au pus în mișcare spre flancul nordic, unde capcanele erau deja formate, datorită ascensiunii sării înainte de sfîrșitul Levantinului.

Sarea fiind activă și în curs de ridicare în timpul Pliocenului, acumularea hidrocarburilor se făcea simultan cu creșterea înălțimii diapirelor, aceasta stimulînd migrarea laterală și polarizînd direcția de migrare către capcanele cele mai înalte.

Repartizarea fluidelor în zăcăminte s-a făcut conform ipotezei lui Gussov. În capcanele cele mai înalte care se repartizează pe aliniamentele nordice, s-au întîlnit zăcăminte de țiței pe aliniamentul situat imediat la sud, țiței cu capete de gaze dezvoltate și strate gazeifere, iar pe ultimul eșalon de cute, zăcăminte exclusiv de gaze.

În concluzie, legătura dintre diapire și zăcămintele de hidrocarburi este de natură pur mecanică, în sensul că sîmburii de sare au contribuit la formarea capcanelor, pe de o parte, prin crearea anticlinalelor faliate sau nu, iar pe de alta, a ecranelor de-a lungul pereților sării.

### BIBLIOGRAFIE


1. Cerchez, V. Th. și Anton, S. Cercetări asupra unor roci generatoare de hidrocarburi din pliocenul subcarpatic. Petrol și gaze, 1971.
2. Atanasiu, I. și Mrazec, L. L'anticlinal Diapir Moreni-Gura Ocniței. Guide des excursions, București, 1927, p. 179—193.

3. Atanasiu, I. şi Mrazec, L. Zăcămintele de ţiţei din România. Rev. AGIR, Petrol nr. 3. 1948, p. 111—125.
4. Brod, I. O. Geologia zăcămintelor de ţiţei şi gaze. Ed. tehnică, Bucureşti, 1953.
5. Brod, I. O. On principal rules in the occurrence of oil and gas accumulations in the world. Intern. Geol. Review, **2**, nr. 11, 1960, p. 992—1005.
6. Brongersma-Sanders, Margaretha. On conditions fanouring the preservation of chlorophyll in marine sediments : 3 r. d. World Petroleum Cong., The Hague, Sec. I. 1951, p. 401—413.
7. Cobălcescu, Gr. Despre originea şi zăcămintele petrolului în general şi în particular în Carpaţi. (Discurs de recepţie la Academia Română). Tipografia Naţională Iaşi, 1887.
8. Eckelmann, W. R., Broecker, W. S., Whitlock, D. W. şi Allsup, I. R. Implications of carbon isotopic composition of total organic carbon of some. Recent sediments and ancient oils. Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., **46**, nr. 5, 1962, p. 699—704.
9. Gavat, I. Geologia Petrolului şi a gazelor naturale. Ed. tehnică, Bucureşti, 1964.
10. Grigoras, N. Gèologie des gisements de pétrole et de gaz en Roumanie in Geologie de Pétrole : 2 th Internat. Geol. Cong., Mexico, sec. 3, 1957 a, p. 167—204.
11. Grigoraş, N. Rolul depresiunilor premontane în formarea rocilor bituminoase din R.P.R., Bucureşti. Analele Univ. C.I. Parhon, Seria St. Naturii Nr. 13, 1957b, p. 181—188.
12. Grigoraş, N. Geologia zăcămintelor de petrol şi gaze din R.P.R. Ed. tehnică, Bucureşti, 1961.
13. Grigoraş, N., Petrişor, I., Hristescu, E. şi Suluţiu, U. Contribuţii la cunoaşterea legilor de răspîndire a zăcămintelor de petrol şi gaze din Depresiunea Precarpatică de pe teritoriul R.P.R. Petrol şi gaze, **12**, 1963, p. 333—340.
14. Gussow, Wm., C. Differential Entrapment of oil and gas ; a fundamental principle : Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. **38**, nr. 5, 1954, p. 816—853.
15. Hlauschek, H. Romanian crude oil : Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., **34**, nr. 4, 1950, p. 755—781.
16. Hedberg, D. H. Geologic aspects of origin of petroleum Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol. **48**, nr. 11, 1964, p. 1755—1803.
17. Kraus, M. Vertikaldruck-Tektonik (Logaritmische Spirale und Oellagerstätten, Petroleum 2, 1923.
18. Macovei, G. Cîteva consideraţiuni asupra înrudirilor dintre petrol şi roci bituminoase. D. de S. XII, 1924, p. 28.
19. Macovei, G. L'origine du pétrole des Carpates, Orientales et ses roches-mères, Bull. Soc. Rom. Geol. **I**, 1932, p. 270—285.
20. Macovei, G. L'état actual des champs pétroliferes roumain Congrès mondiale du pétrole, Paris, 1937.
21. Macovei, G. Les gisements de pétrole, Paris, Masson et Cic. Editeurs, 502 p., 1938.
22. Mircea, C. R. Remarques sur l'origine et la manière d'être du pétrole dans la terre résultant des travaux exécutés à Moreni. C.R. du III-ème Congr. international pétrole, Bucureşti, 1907.
23. Mrazec, L. Observaţiuni asupra genezei petrolului din România. Monit. Petrolului din iunie, 1905, p. 617—619.
24. Mrazec, L. Despre formarea zăcămintelor de petrol din România. Discurs de recepţie la Acad. Română. Ed. Carol Göbl, Bucureşti, 1907.
25. Mrazec, L. Despre cute cu sîmbure de străpungere Bull. Soc. Ştiinţe Bucureşti, **V**. 16, 1907, p. 6—8.
26. Mrazec, L. Despre compoziţia apelor fosile de zăcămînt din formaţiunile de petrol şi originea iodului lor. D. de S. Instit. Geol. Rom. **VI**, 1915.
27. Mrazec, L. Cutele diapire şi Diapirismul în general D. de S. Instit. Geol. Rom. **VI**, 1915, p. 215—255.
28. Mrazec, L. Răspuns la Comunicarea D-lui Prof. G. Macovei făcută în şedinţa de vineri 28. III. D. de S. Inst. Geol. Rom. **XII**, 1924.
29. Mrazec, L. Aperçu sur le caractère des gisèments de pétrole de la Roumanie. Publication de la Faculté des sciences de l'Université Charles, Praga, 1931.
30. Murgoci, G. M. Originea anorganică a petrolului în D. de S. Instit. Geol. Rom. **IX**, 1921.
31. Olteanu, Fl. Observaţii asupra ,,Breciei Sării'' cu masive de sare din regiunea mio-pliocenă dintre R. Teleajen şi P. Bălăneasa (cu privire specială pentru regiunea Pietraru-Buzău). Dări de seamă ale şedinţelor, Rumania, Inst. Géol., V. 32, 1951, p. 12—18.
32. Olteanu, Gh. Salt rising mechanism in the Pre-Carpathian area on the Ploieşti region. Carpatho-Balkan Geol. Assoc., 7 th. Cong. Repts. pt. 1 Section of Geotectonics, 1965, p. 157—163.
33. Paraschiv, D. şi Olteanu, Gh. Oil Fields in Mio-Pliocene zone of Eastern Carpathians (District of Ploieşti) in geology of Giant Petroleum Fields., Am. Assoc. Petroleum Geologists, 1970, p. 399—427.
34. Patruţ, I. Géologie et tectonique de la région Văleni de Munte-Cosminele-Buştenari. România Com. Geol. Anuarul, t. 26—28, 1959, p. 203—228.
35. Popescu, Gr. Observaţiuni asupra ,,brecciei sării'' şi a unor masive de sare din zona paleogenă-miocenă a Jud. Prahova. Dări de seamă ale şedinţelor, Rumania, Inst. Géol. V. 32, 1951, p. 3—13.
36. Preda, D. M. Dezvoltarea geologiei petrolului în România. Petrol şi Gaze, nr. 9—10, 1957, p. 435—447.
37. Raaf, J. F. M. The world oil fields — the Eastern Henüsphere, in the science of petroleum. London, Oxford Univ. Press., V. 6, pt. 1, 1953, p. 9—17.
38. Silverman, S. R. şi Epstein, S. Carbon isotopic compositions of petroleums and other sedimentary organic materials. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. V. 42, nr. 5, 1958, p. 998—1012.
39. Weeks, L. G. Factors of sedimentary basin development that control oil occurrence. Am. Assoc. Petroleum Geologists. Bull., V. 36, 1952, p. 2071—2124.
40. Voiteşti, P. I. Cîteva generalităţi asupra condiţiilor de zăcămînt şi punerea în loc a zăcămintelor de petrol. An. Min. Rom. **I**, 1918.
41. Voiteşti, P. I. Quelques remarques sur l'âge du sel des régions carpatiques, Bull. Soc. Geol. France **IV**, 1920.
42. Voiteşti, P. I. Consideraţiuni scurte asupra petrolului din punct de vedere geologic. Monit. Petr. Rom. **XX**, 1921.
43. Voiteşti, P. I. Considerations sur la géologie de gisements de pétrole des regions carpatiques roumaines Congr. intern. de Géol. **XIII**. Bruxelles, 1922.
44. Voiteşti, P. I. Rapports géologiques entre les gisements de sel et ceux de pétrole, An. Min. Rom. **VII**, 1924.
45. Voiteşti, P. I. L'état actuel des connaissances géologiques sur le problème de la génèse du pétrole des régions Carpathiques roumaines. Les carpathes et l'avant pays III Karpacki Instytut Geologizno-naftowi-Warzsawa-Boryslaw-Lwow, 1935.
46. Visotki, I. V. Formarea zăcămintelor de petrol în regiunile cutate. Ed. Nedra. Moscova, 1971.
47. Woolnough, W. G. Sedimentation in barred basins, and source rocks of oil : Am. Assoc. Petroleum Geologists. Bull., V. **21**, nr. 9, 1937, p. 1101—1157.

# Structura Moreni-Băicoi cută diapiră productivă reprezentativă în zona mio-pliocenă

D. Paraschiv, Gh. Olteanu, C. Sîrbu şi S. Pauliuc

Structura Moreni-Băicoi este situată în partea central-vestică a zonei mio-pliocene şi se dezvoltă est-vest, pe o lungime de 35 km şi o lăţime de 6—8 km.

În alcătuirea anticlinalului Moreni-Băicoi se disting două sectoare : Moreni şi Băicoi, considerate, pînă nu de mult structuri separate. Întrucît studiile din ultimii ani au arătat că ambele compartimente constituie elemente ale aceluiaşi aliniament tectonic, separate doar printr-o falie transversală, este justificat să se vorbească în acest caz despre o singură structură (fig. 1, 2).

Anticlinalul Moreni-Băicoi reprezintă o cută diapiră, cu sarea intrusă de-a lungul unei falii majore longitudinale, fiind încadrat la sud de anticlinalele Brăteşti, Bucşani, Mărgineni şi Aricești, iar la nord de structurile Ochiuri, Ocniţa, Colibaşi, Siliştea, Măgureni şi Runcu-Buştenari.

Anticlinalul Moreni-Băicoi este cel mai tipic diapir şi cea mai importantă structură productivă din zona mio-pliocenă, motiv pentru care s-a considerat indicat de examinat sub aspectul contribuţiei mişcării sării la formarea acumulărilor de hidrocarburi.

## Scurt istoric al cercetărilor

Ivirile de petrol care apar la zi pe văile din apropierea masivului de sare au constituit primele indicii directe şi deci un îndemn pentru investigarea structurii.

Cercetarea şi exploatarea zăcămintelor productive s-au efectuat, iniţial, prin puţuri de mînă. Primele puţuri au fost săpate pe flancul nordic, în sectorul Băicoi, încă din anul 1857. Mai tîrziu, în perioada 1890—1898, au fost săpate puţuri de mînă şi pe flancul sudic, în sectorul Moreni, pentru exploatarea Levantinului şi Dacianului. Cu toată această activitate, prima producţie de petrol a structurii şi anume, 544 t anual, se consemnează abia în anul 1898.

În primul deceniu al secolului nostru au fost săpate sonde cu adîncimea maximă de 200 m pentru orizonturile superioare ale Dacianului din sectoarele Gura Ocniţei şi Moreni. De altfel, zăcămîntul dacian a fost descoperit în anul 1904. Ceva mai tîrziu (1914), a început exploatarea Meoţianului pe flancul nordic, unde zăcămintele au adîncime mai mică. După anul 1927 forajul s-a extins şi pe flancul sudic, la complexele meoţiene, M.I şi M. int. Doi ani după aceea (1929), a fost deschis complexul M. III, principalul obiectiv petrolifer al Meoţianului din cuprinsul structurii (Macovei şi Ştefănescu 1935). Lucrările care au urmat, au evidenţiat acumulări modeste de petrol în Helveţianul de la Gura Ocniţei (1942) şi în Sarmaţianul din sectorul Băicoi (1946). În anul 1966, s-au obţinut indicaţii neindustriale de petrol şi în orizonturile oligocenului de sub sarea burdigaliană.

## Geologia structurii

Suprafaţa corespunzătoare structurii Moreni-Băicoi este acoperită de depozitele cuaternare. Excepţie fac sectoarele Moreni-Gura Ocniţei şi Băicoi-Ţintea, unde sarea apare la zi şi este talonată de Levantin, iar la Bana şi Dealul Bătrîn se adaugă şi Dacianul.

Forajele efectuate în limitele a 4500 m adîncime, au pus în evidenţă o succesiune stratigrafică mult mai completă, constînd din Levantin, Dacian, Ponţian, Meoţian, Sarmaţian, Helveţian şi Burdigalianul cu sare. În sectorul vestic al structurii au fost întîlnite şi depozite de vîrstă aquitaniană şi oligocenă.

— Oligocenul depus în facies de fliş, este predominant argilos (faciesul de Pucioasa) la Gura Ocniţei-Răzvad, unde a fost întîlnit sub Meoţian şi argilos cu intercalaţii de gresii silicioase la Moreni, sub sarea burdigaliană. În cuprinsul structurii, Oligocenul n-a fost traversat în întregime.

— Acvitanian-Burdigalianul se cunoaşte în sectorul Moreni, fiind alcătuit din anhidrit grezos şi marnă slab nisipoasă în bază şi din sare grăunţoasă cu elemente de argilă şi marnă cenuşie în jumătatea superioară. Formaţiunea saliferă burdigaliană este responsabilă de diapirismul din cuprinsul structurii Moreni-Băicoi.

— Helveţianul urmează, probabil, în continuitate de sedimentare Acvitanian-Burdigalianului şi este acoperit, discordant, de Sarmaţian sau Meoţian. Grosimea Helveţianului este cuprinsă între 0 şi 3000 m.

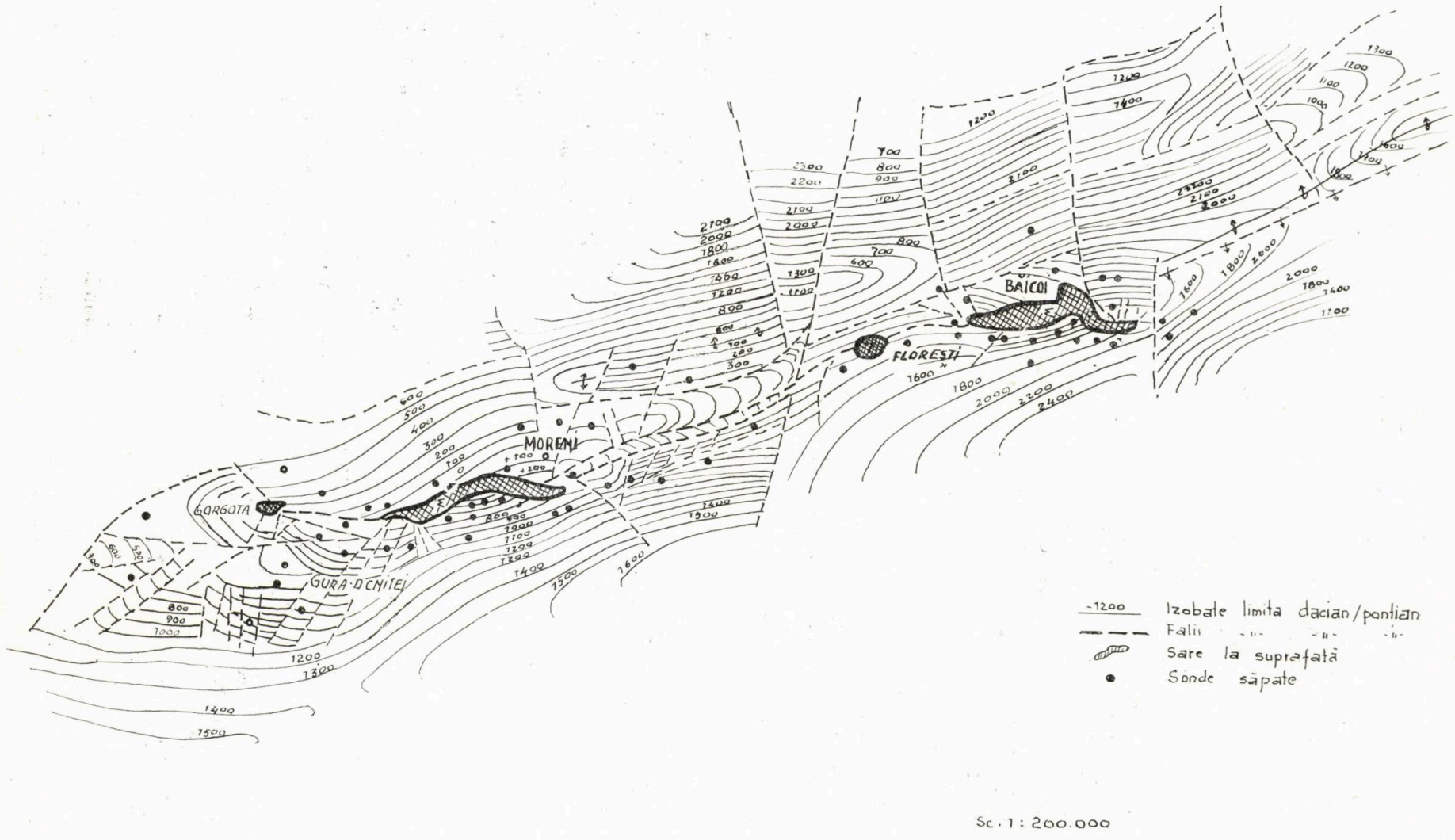



Fig. 2. Schemă structurală Moreni-Băicoi la contactul Dacian/Ponțian

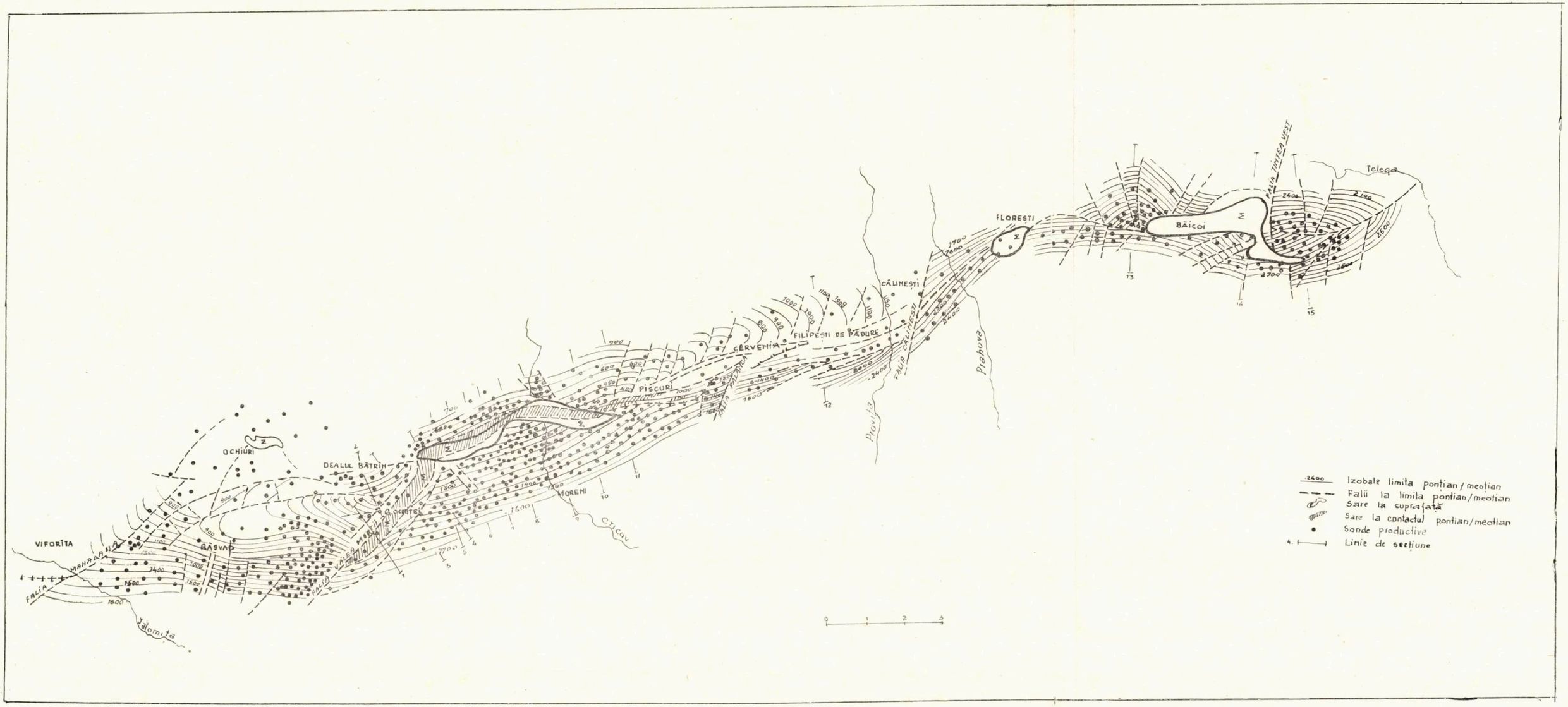



Fig. 1. Schemă structurală Moreni-Băicoi la intrarea în Meoțian

Helveţianul este reprezentat prin orizontul roşu inferior, alcătuit din alternanţe de gresii alcaroase şi nisipuri cu intercalaţii de marne cenuşii şi marne brune cu înclinări variabile, care ajung în apropierea masivului de sare la 70—78°. În est se adaugă orizontul cenuşiu, superior.

— S a r m a ţ i a n u l, întîlnit în sonde numai pe flancul sudic de la Băicoi, este constituit din alternanţe de marne, nisipuri şi gresii. În acest sector sondele au săpat în Sarmaţianul nisipos circa 400 m. fără să-l traverseze în întregime. (fig. 5 e).

— M e o ţ i a n u l se dispune, discordant, peste orizontul cenuşiu al Helveţianului în est, peste orizontul roşu inferior al aceluiaşi etaj în sectorul central şi peste Oligocen în sectorul vestic al structurii.

Gresiile şi nisipurile de vîrstă meoţiană sînt grupate în trei complexe nisipoase denumite, de jos în sus, M. II, M. int. şi M.I. (fig. 5 c, 5 d).

Complexul bazal al Meoţianului, cunoscut sub denumirea de M. II în sectorul estic şi sub denumirea de M. III în sectorul vestic al structurii, este alcătuit dintr-o succesiune de nisipuri şi gresii cu intercalaţii subţiri de marne. El constituie complexul grezos-nisipos cu dezvoltarea cea mai uniformă şi cu productivitatea cea mai ridicată din regiune. Grosimea complexului este de 60—80 m la Băicoi-Tintea şi de 15—25 m la Moreni şi Răzvad.

Complexul următor, M. int., are o dezvoltare mai redusă, şi caracter, predominant, pelitic, cu intercalaţii de nisipuri marnoase. Grosimea M. int. este de 20—30 m la Băicoi-Tintea, ajungînd pînă la 5—10 m la Răzvad-Gura Ocniţei.

Ultimul complex, M. I este format din 2 grupe de strate nisipoase, separate între ele prin intercalaţii marnoase. Grosimea M. I este de 40—60 m în sectorul Băicoi-Tintea şi se reduce, treptat, pînă la 20 m în sectorul Gura Ocniţei-Răzvad.

Din punct de vedere stratigrafic complexul bazal-M. II corespunde orizontului mediu al Meoţianului, dezvoltat în facies de apă salmastră cu faună mezohalină pînă la polihalină, cu *Dosinia maeotica*, *Ervilia minuta*, *Rotalia beccarii* (Pană, 1966, Saulea, 1967).

Grosimea meoţianului se reduce de la est către vest şi de la sud către nord, de la 300 m la 120 m. Reducerea grosimii orizonturilor meoţianului de la est către vest, cu păstrarea complexelor nisipoase şi a pachetelor marnoase dintre acestea, este efectul oscilaţiilor pe verticală indicînd, totodată, şi sensul transgresiunii care au avut loc de la est către vest.

Meoţianul mai suferă variaţii de grosime şi în funcţie de poziţia pe structură, fiind mai dezvoltat pe flancuri şi mai redus în zona axială. Aceasta indică că ridicarea sării a avut loc concomitent cu depunerea Meoţianului (fig. 4 a, 4 b).

— P o n ţ i a n u l urmează Meoţianului în continuitate de sedimentare şi este alcătuit, ex-

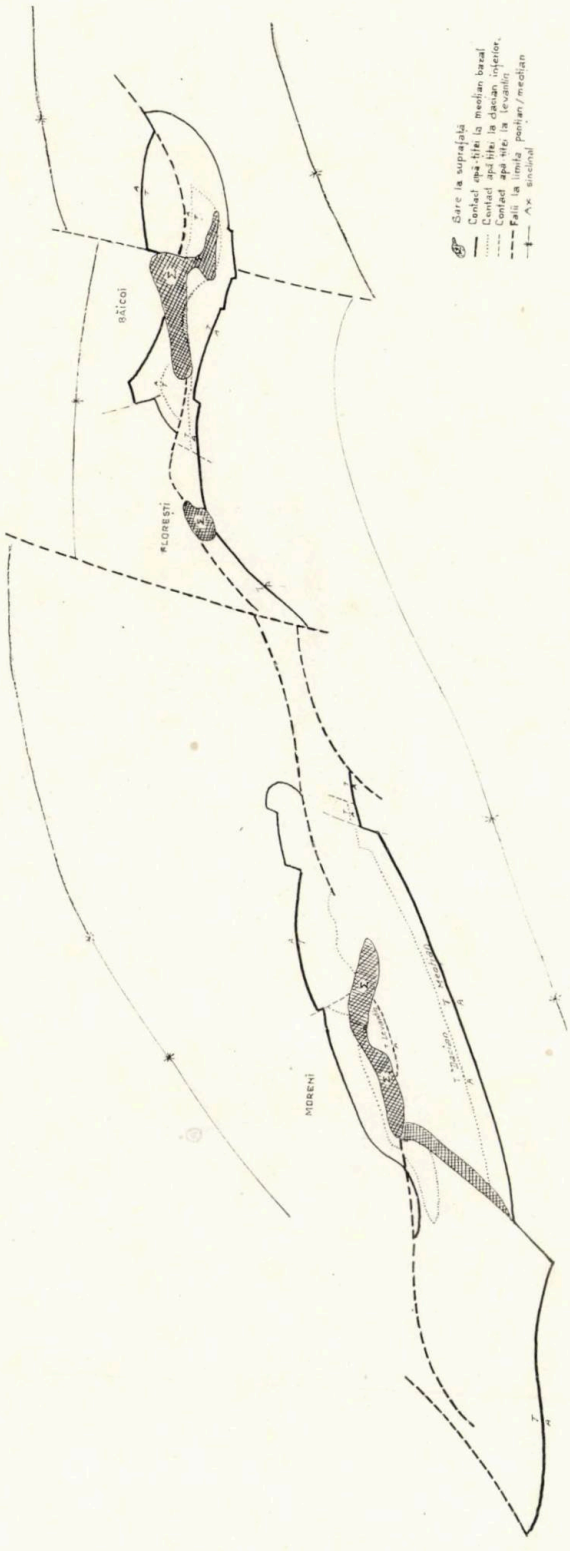



Fig. 3. Structura Moreni-Băicoi. Schiţă cu suprafeţele productive

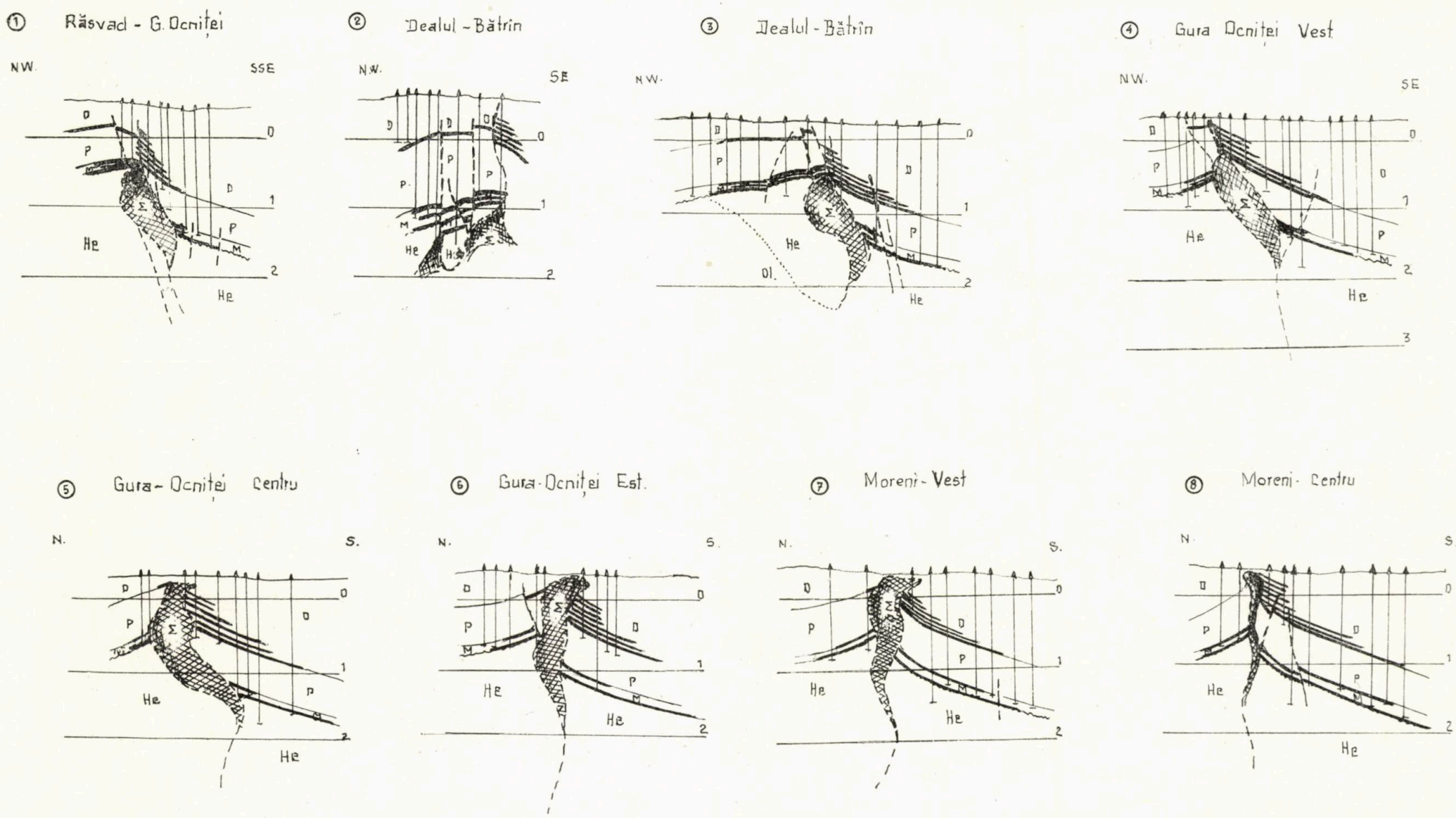



Fig. 4a. Secțiuni geologice transversale, structura MORENI—BĂICOI:
D—Dacian; P—Pontian; M-Meotian; He-Helvețian; OI-Oligocen; E-sare.

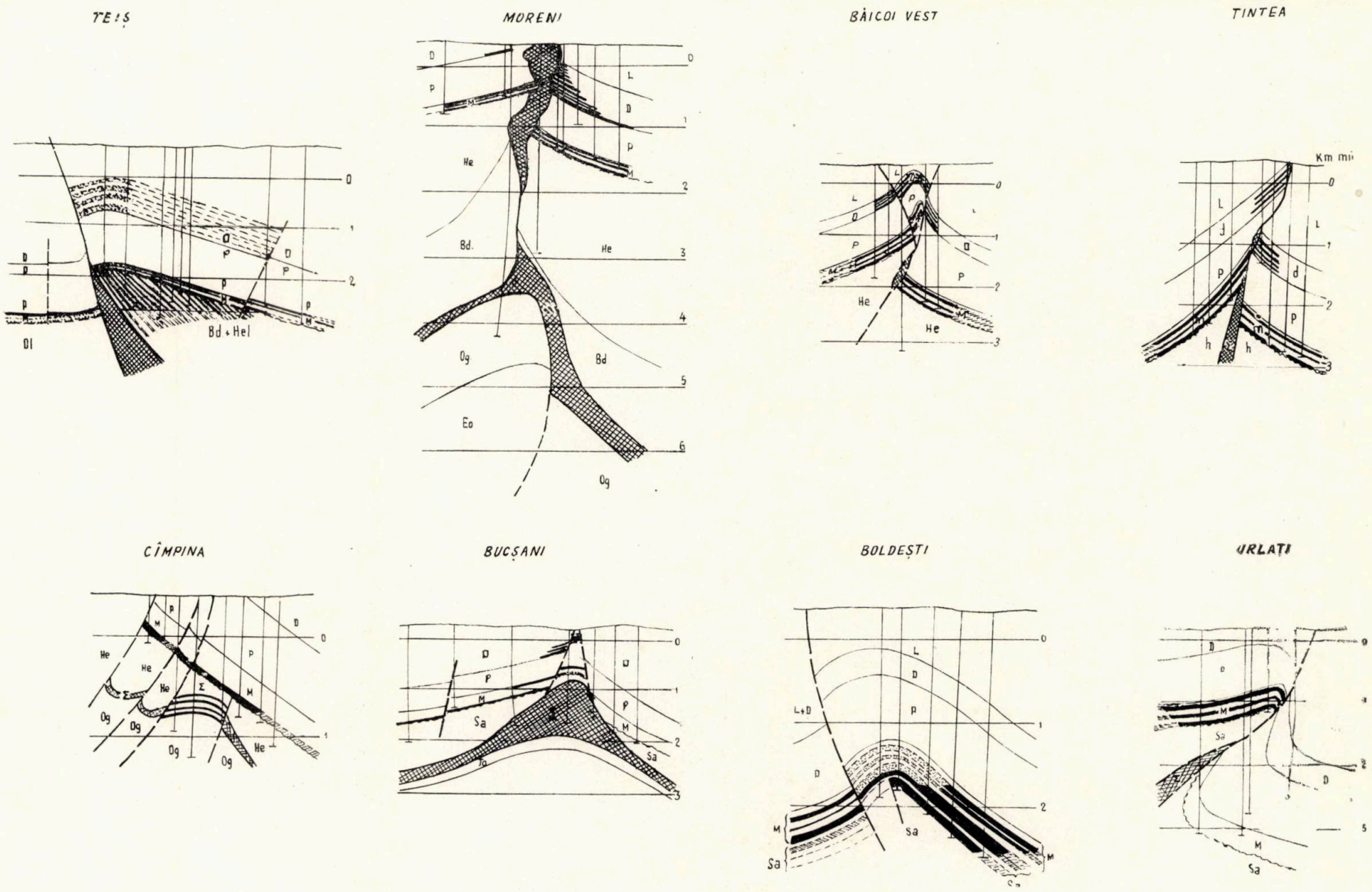



Fig. 4b. Secțiuni geologice transversale, structura MORENI-BĂICOI:
D– Dacian ; P–Pontian; M–Meotian; He–Helvețian ; OI–Oligocen; E– sare.

clusiv, din marne cenușii. Au fost atribuite acestui etaj depozitele cuprinse între nivelul meoțian cu Congeria novorossica și nisipurile cu prosodacne și pachydacne din baza Dacianului. Grosimea Ponțianului crește de la vest către est, respectiv de la 500 m în sectorul Răzvad-Moreni, la 900 m în sectorul Băicoi-Tintea. (fig. 4 a, 4 b).

— Dacianul este constituit din nisipuri și gresii cu intercalații de marne și argile. Frecvența și grosimea nisipurilor este mai mare în jumătatea inferioară, unde se evidențiază și intercalații de lignit.

Grosimea Dacianului este de 400 m. în sectorul estic al structurii și de 300 m în sectorul vestic. De asemenea, în apropierea masivului de sare Dacianul se reduce pînă la 200 m.

Fauna Dacianului indică o nouă îndulcire a apelor, prin apariția genului Pachydacna și abundența speciilor de Prosodacna.

Nisipurile și gresiile din Dacian au fost grupate la Moreni — Gura Ocniței în mai multe complexe productive, denumite de jos în sus : Drader, Moreni, Dacian intermediar, Gross și Dacian superior (fig. 5 a-5 b). Grosimea fiecăruia dintre aceste complexe este de 10—120 m.

— Levantinul este format din orizontul inferior, marno-argilos, cu Helix și Planorbis și orizontul superior, constituit din nisipuri slab consolidate, pietrișuri și intercalații de argilă. Levantinul cumulează grosimi de 200 m în apropierea masivului de sare, dezvoltîndu-se pe flancuri pînă la 500—600 m și mai mult.

Din punct de vedere structural, anticlinalul Moreni-Băicoi reprezintă o cută diapiră exagerată, cu sarea intrusă și ejectată, pe falia majoră longitudinală, de-a lungul căreia mio-pliocenul flancului nordic încalecă Pliocenul flancului sudic ; excepție face zona Băicoi (fig. 4 b).

Decalajul între cele două flancuri ale anticlinalului este mai mare atunci cînd sarea apare la suprafață și anume în sectoarele Tintea, Băicoi, Moreni, Gura Ocniței. La limita Dacian/Ponțian pasul este de 200—900 m, iar la limita Ponțian/Meoțian de 200—1000 m. Săritura se reduce la 100—200 m în sectoarele est Florești, vești Florești și Filipești, unde sarea rămîne în profunzime.

Pe lîngă falia majoră axială, structura este afectată și de falii transversale, dintre care cele mai importante sînt :

— falia Mahalaua, ce delimitează anticlinalul Moreni către vest, separîndu-l de structura mai ridicată Teiș-Viforîta ; săritura acestei falii este de circa 400 m ;

— falia Valea Morții, dintre sectoarele Gura Ocniței și Răzvad, cu săritura de circa 600 m ;

— falia Palanca, dintre sectorul Filipești cu Dacian neproductiv și sectorul Moreni-Gura Ocniței, unde sînt productive complexele nisipoase ale Dacianului ;

— falia Călinești, ce separă sectorul, coborît Călinești de sectorul, ridicat, Filipești ; amplitudinea faliei este de 800 m ;

— falia Tintea Vest, asociată cu decroșare lamei de sare către sud ; săritura faliei este d 300 m.

În afara acestor accidente mai sînt prezent falii de ordinul II și III, care împart structur în numeroase blocuri (fig. 1).

Apariția sării la zi se poate urmări la Tintea Băicoi pe o lungime de 4,5 km, de 1,3 km l Florești și de 6 km la Moreni-Gura Ocniței.

Masivul de sare din zona axială are formă și contur neregulat, înscriindu-se de-a lungul faliei majore și constituind miezul structurii. În zonele Tintea Est și Florești sîmburele de sare are forma unei lame discontinue în lungul faliei majore și apare la zi pe suprafețe foarte reduse, cu lățimea de 40—600 m.

La Băicoi și la Moreni-Gura Ocniței, sarea capătă forma de masiv, în lățime de 300—1000 m (fig. 1, 4 a, 4 b).

În extremitatea vestică a anticlinalului, sarea se continuă, în profunzime, sub Meoțian, cu două ramificații evidențiate prin foraje. Ramificația nordică urmează direcția ridicării Dealul Bătrîn. Cea sudică se abate de la direcția generală a masivului de sare, fiind orientată către sud-vest, pe linia de minimă rezistență — falia Valea Morții. Ea face un unghi de 120° cu direcția stratelor meoțiene (fig. 1).

În jumătatea estică a structurii, la Tintea, Băicoi, Filipești și Bana, masivul de sare înclină către nord. La Moreni-Gura Ocniței poziția acestuia este verticală, iar la Gura Ocniței Vest intrusiunile de sare înclină către sud.

Pereții masivului sînt neuniformi, prezentînd unele proeminențe, mai ales pe flancul nordic, la nivelul Ponțianului inferior.

În apropiere de suprafață, contactul dintre masivul de sare și depozitele pliocene este aproape vertical pe flancul nordic, mai puțin sectoarele Băicoi și Bana unde sarea este revărsată peste Dacian, pe o lățime de circa 100 m (fig. 4a, 4 b). Pe flancul sudic, în anumite sectoare, sarea se revarsă la suprafață peste formațiunile daciene și levantine. Lățimea zonei revărsate este de 100—400 m la Băicoi și Moreni-Gura Ocniței și de 100—150 m la Filipești. Sarea revărsată a fost traversată de sonde pe o grosime de pînă la 600 m în sectorul Moreni-Gura Ocniței și aproape 1000 m la Băicoi.

La contactul cu intrusiunile de sare, formațiunile daciene și levantine au înclinări mari, stratele fiind practic, verticale. La o distanță de 100—300 m de peretele sării, înclinarea stratelor scade la 45° și apoi, în continuare pe flancuri, la 20 — 30°. Acolo unde sarea este rămasă în profunzime stratele sînt boltite, cu înclinări de 25—40°.

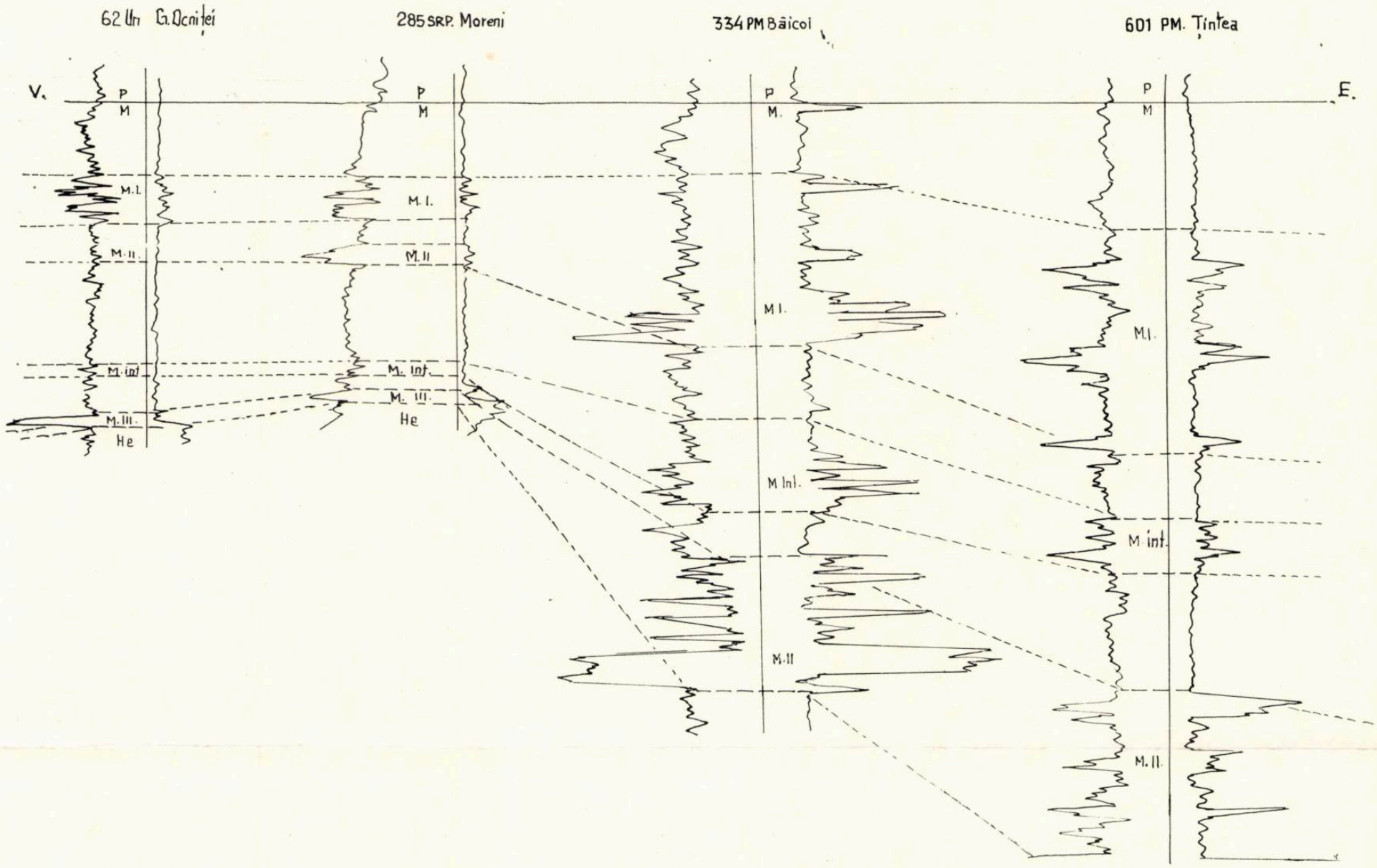



Fig. 5c. Paralelizări diagrame electrice, Moeţian flancul nordic. Sc. 1 :2000.

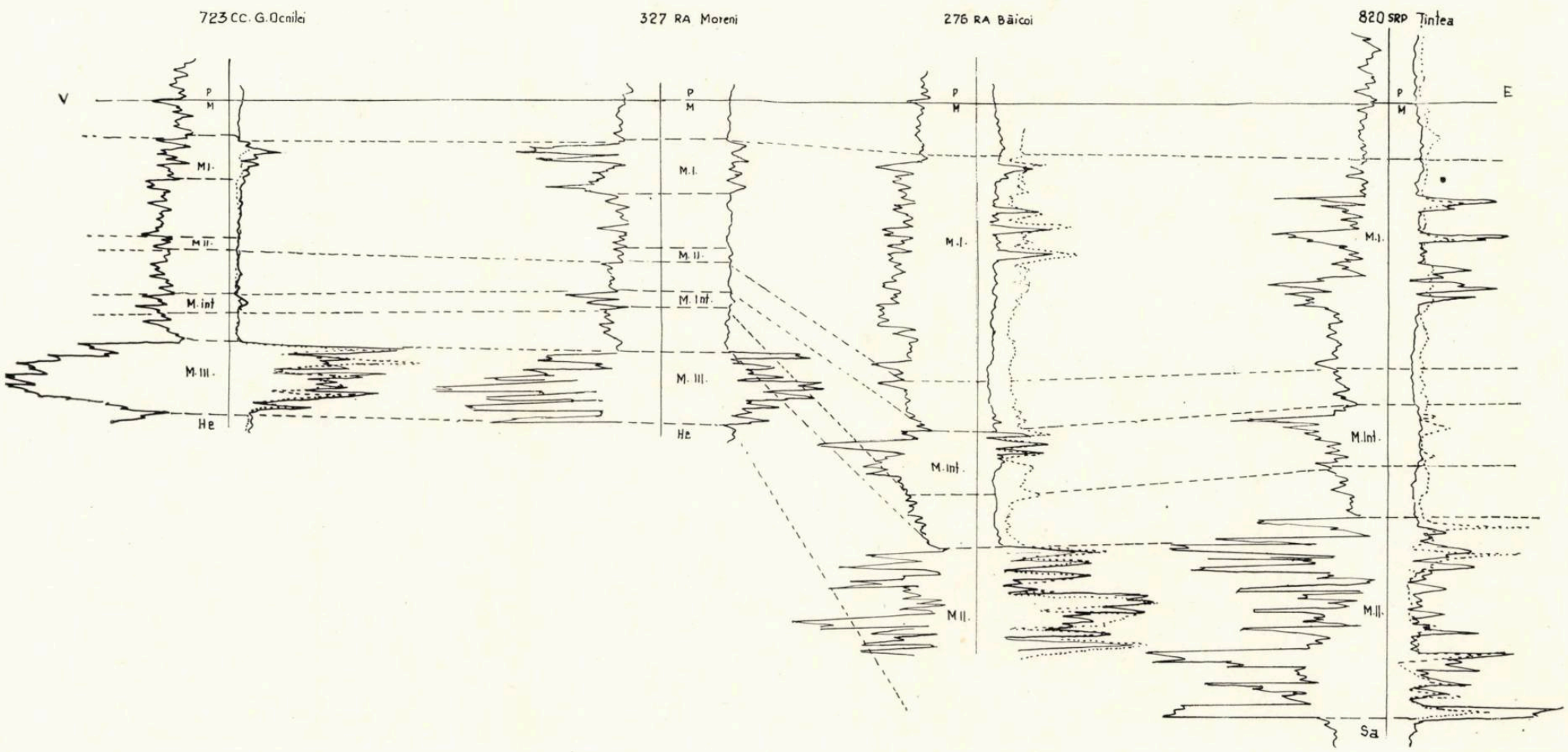



Fig. 5d. Paralelizări diagrame electrice, Meoţian flancul sudic. Sc. 1 :2000.

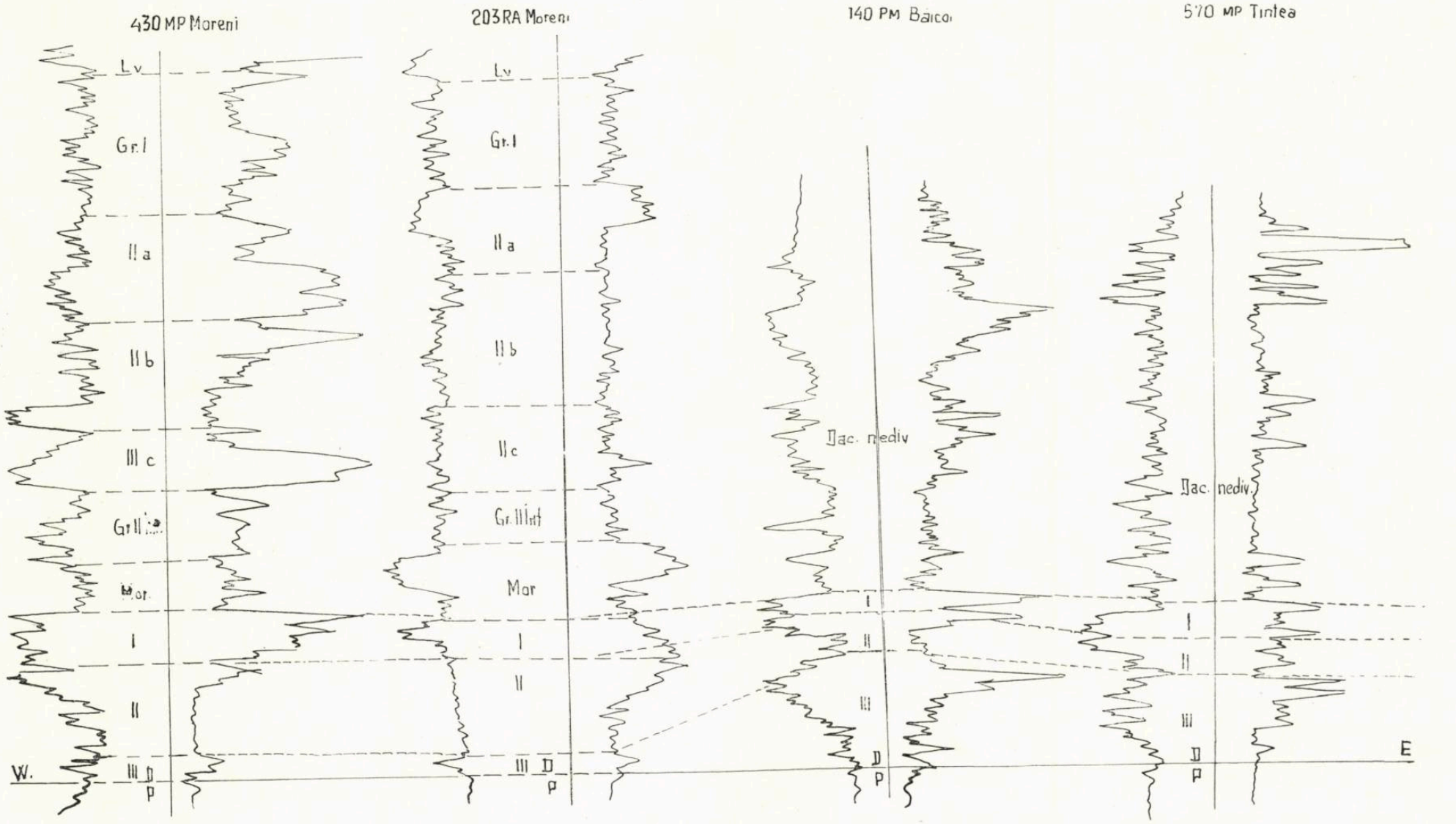



Fig. 5a. Paralelizări, diagrame electrice, Dacian flanc nordic. Sc. 1 :2000.

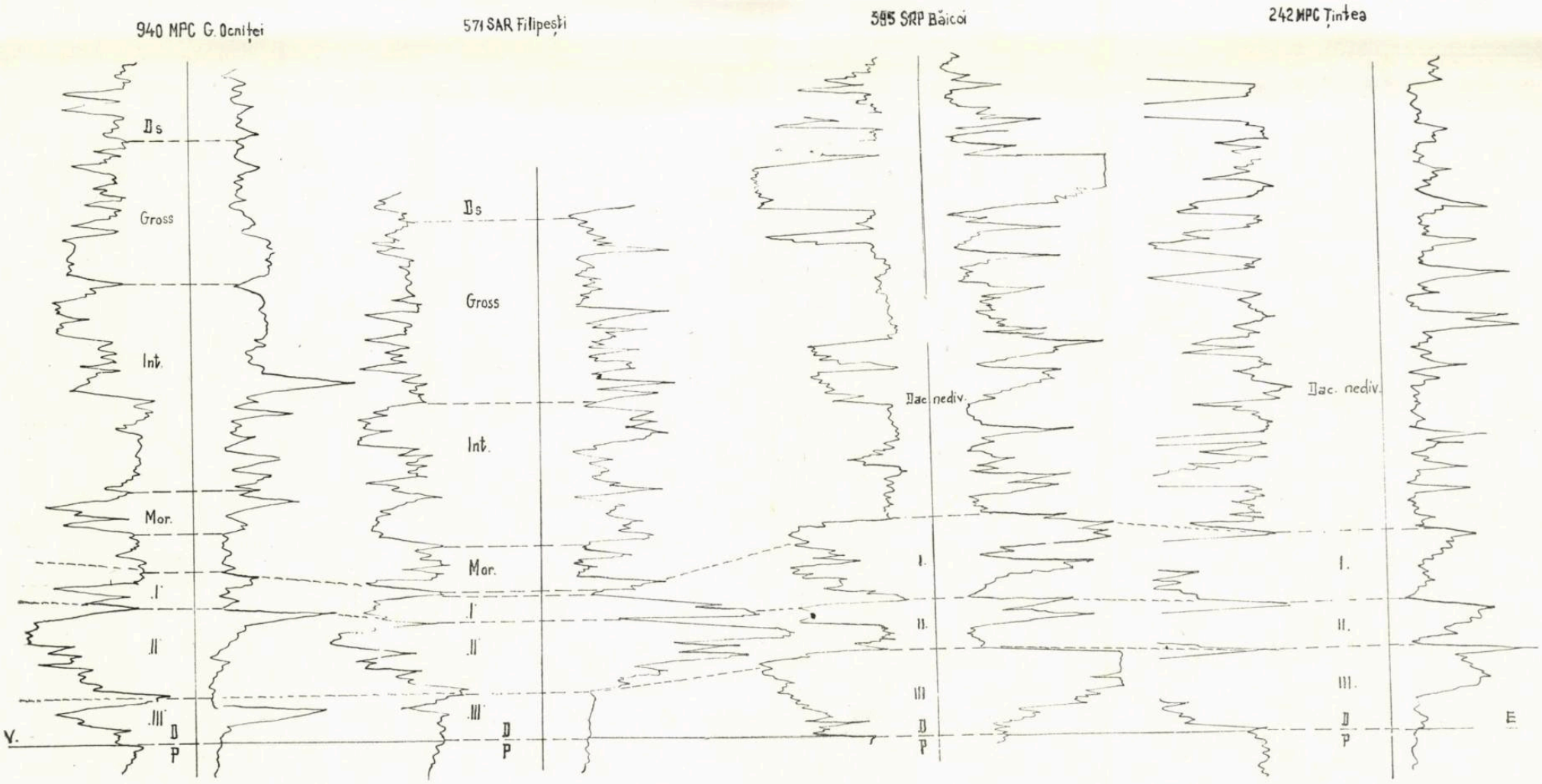



Fig. 5b. Paralelizări diagrame electrice, Dacian flanc sudic. Sc. 1 : 2000.

La nivelul Meoţianului, anticlinalul se ridică e la est către vest, intrarea în etajul respectiv ituîndu-se la Tintea între valorile izobatice de −1200 m la −2700 m, iar la Răzvad, între −400 m la −1600 m (fig. 1).

Pe acest fond general de afundare către este e remarcă o serie de ondulaţii, cele pozitive orespunzînd, după cîte se pare, zonelor unde area apare la zi.

**Acumulările de hidrocarburi**

În cuprinsul structurii Moreni-Băicoi petrolul este localizat în Helveţian, Sarmaţian, Meoţian, Dacian şi Levantin. Acestora se adaugă indicaţiile de ţiţei, obţinute în ultimii ani, din Oligocen. Cap primar de gaze a fost prezent numai în sectorul Tintea-Lilieşti la Meoţian, pe ambele flancuri; restul zăcămintelor au fost lipsite de gaz-cap.

— Helveţianul conţine petrol în partea de vest a structurii, la Gura Ocniţei-Moreni şi Filipeşti. Suprafeţele productive au o extindere redusă iar petrolul este acumulat în capete de strate care sînt în contact, discordant, cu Meoţianul (fig. 5 f).

— Sarmaţianul produce în partea de est a anticlinalului şi anume, pe flancul sudic, la Lilieşti (fig. 5 e).

Din cauza exondării şi eroziunii prepliocene, Sarmaţianul nu a mai fost întîlnit la vest de Lilieşti.

— Meoţianul, dispus transgresiv şi discordant peste Sarmaţian, Helveţian sau Oligocen (fig. 5 c, 5 d) este productiv în toate sectoarele.

— Dacianul conţine hidrocarburi pe aproape tot întinsul structurii, exceptînd sectorul Floreşti şi flancul nordic de la Băicoi Est. Dintre termenii productivi ai Dacianului, complexul bazal — drader — are cea mai mare extindere, în timp ce complexele superioare Moreni, Dacian intermediar şi stratul Gros conţin hidrocarburi numai la Moreni-Gura Ocniţei şi, local, la Băicoi — Tintea (fig. 5 a, 5 b). Din cauza nisipurilor slab consolidate, exploatarea Dacianului se face cu dificultăţi, mai ales la stratele cu înclinări mari din apropierea masivului de sare. În scopul evitării traversării sării şi a brecciei, la Lilieşti, unde ele au ajuns pînă la zi sau aproape de suprafaţă, a fost necesar să se sape dirijat pînă la circa 300 m pe orizontală, în limitele adîncimii de 1750 m. În aceste condiţii, găurile de sondă au înclinări pînă la 18—20°.

Levantinul produce pe flancul sudic de la Moreni, în apropierea masivului de sare, la adîncimi de 200—350 m. Datorită ţiţeiului foarte vîscos, exploatarea petrolului din Levantin se face cu ajutorul injecţiei ciclice de abur.

În tabela de mai jos, care redă ponderea producţiei de ţiţei pe formaţiuni, rezultă că Dacianul şi Meoţianul au furnizat 99% din ţiţeiul extras de pe structură.

| Orizontul productiv | Procente din producţia totală |
|---|---|
| Helveţian | 0,970 |
| Sarmaţian | 0,023 |
| Meoţian | 49,5 |
| Dacian | 49,5 |
| Levantin | 0,007 |
| TOTAL: | 100,0 |

În cadrul structurii Moreni-Băicoi sînt prezente capcane structurale şi capcane stratigrafice. Ca tipuri de capcane structurale sînt de menţionat cele care corespund boltirilor anticlinale, capcanele de flanc şi capcanele cauzate de revărsarea sării. În bolta anticlinală sînt localizate acumulările de la Băicoi-Vest, unde sarea, neajungînd pînă la zi, stratele sînt uneori boltite atît la Dacian cît şi la Meoţian. Pe cele două flancuri există acumulări în lungul faliei axiale, însoţite adesea de intrusiuni de sare. Stratele se sprijină pe sare acolo unde este prezentă sau pe falia majoră longitudinală.

La Băicoi Sud (Lilieşti), Dacianul este productiv sub ciuperca de sare, iar pe flancul sudic de la Moreni în aceleaşi condiţii structurale, produce atît Dacianul cît şi Levantinul.

Aranjamentul specific al stratelor face ca la Băicoi est, în imediata apropiere a sării, să existe blocuri coborîte neproductive.

Faţă de cele menţionate rezultă că închiderea capcanelor structurale variază în lungul structurii uneori în funcţie de vîrsta formaţiunilor şi de poziţia pe structură. În aceeaşi măsură diferă înălţimea rezervorului saturat cu hidrocarburi, înălţimea acviferului, lăţimea suprafeţei saturate cu ţiţei cît şi lăţimea suprafeţei exterioare saturată cu apă pînă la axul sinclinalului (fig. 3). Aceste aspecte concretizate în cifre, sînt redate în tabela următoare:

| Orizont productiv | | Înălţimea col. de ţiţei, m | Înălţimea aquiferului, m | Lăţimea sup. saturată cu ţiţei, m | Lăţimea sup. saturată cu apă, m |
|---|---|---|---|---|---|
| Meot. | flanc sudic | 500/1200 | 600/1200 | 1300/2700 | 2000/3500 |
| | flanc nordic | 500/1100 | 100/2000 | 300/1300 | 2000/3000 |
| Dacian | flanc sudic | 400/ 800 | 800/1500 | 400/2100 | 3000 |
| | flanc nordic | 200/ 400 | 1000/1700 | 2000 | 2000 |

Una dintre concluziile ce se desprind din cifrele prezentate este aceea că înălțimea coloanei de hidrocarburi și lățimea suprafeței productive sînt mai mari la Meoțian decît la Dacian.

Rocile rezervor de vîrstă miocenă și pliocenă, sînt de tip granular, respectiv gresii, nisipuri și nisipuri marnoase.

Gresiile sînt frecvente în Helveţian Sarmaţian și Meoţianul inferior, iar nisipurile se întîlnesc în Meoţian și Dacian. Către jumătatea superioară a Meoţianului Dacianului, și Levantinului predomină nisipuri marnoase, uneori neconsolidate.

Porozitatea rocilor rezervor este cuprinsă între 22—33 %, permeabilitatea între 500 și

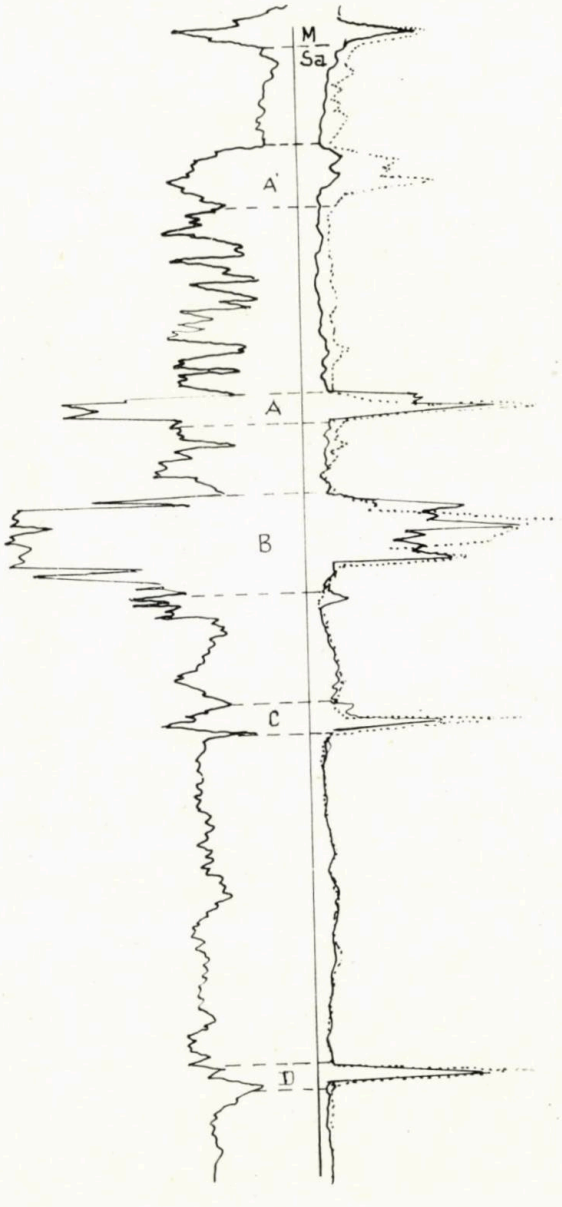



Fig. 5e. Profil normal Țintea, Sarmaţian, 1 : 2 000

2000 mds, iar saturaţia inițială în țiței a fo de 70—73%. (Circoană, 1969).

Presiunea și temperatura variază în cu prinsul structurii o dată cu adîncimea. Te în raport cu adîncimea crește și temperatur gradientul fiind de 2 5 °C/100 m.

Gradientul de presiune inițial are valori d 1 at/10 m la zăcămintele daciene și crește pîn la 1,30 at/10m la cele din Meoţian.

Presiunea de saturaţie variază între 40—50 a la Dacian și pînă la 282 at la Meoţian. În general presiunea de saturaţie are o valoare mai scă zută în apropierea contactului apă/țiței.

Raţia de soluţie la presiunea de saturaţi este de 35 $m^3/m^3$ în Dacian și pînă la 150 $m^3$ $m^3$ în Meoţian.

Factorul de volum este în funcţie de adîncimea acumulării. Zăcămintele daciene, cu adîncimi mici se caracterizează prin valori apropiate de 1, iar zăcămintele adînci înregistrează valori pînă la 1,5.

Țițeiurile structurii Moreni-Băicoi pot fi grupate în trei tipuri principale : neparafinoase (A), a căror păcură are punctul de congelare sub —15°C ; semiparafinoase (B) cu punctul de congelare a păcurii între —14° C și + 19°C și parafinoase (C) a căror păcură congelează la peste +20°C. Țițeiul neparafinos (A) sau semiparafinos (B) se întîlnește în Dacian, pe cînd în Meoţian se găsește, exclusiv, țiței parafinos **6.** Petroluri de aceeași calitate (parafinoase) sînt prezente și în Sarmaţian, Helveţian și Oligocen. Faptul ar constitui un argument în favoarea susținerii originii meoţiene a hidrocarburilor din Miocen.

În unele sonde izolate, productive la Dacian, situate în apropierea sării de la Băicoi, Bana și Gura Ocniței, Hlauschek (1950) a semnalat petroluri parafinoase, deci diferite de cele specifice Dacianului, ceea ce justifică presupunerea că ele provin din Meoţian, migrate pe lîngă pereții sării.

În privința gazelor asociate este de subliniat că gazele aparținînd Dacianului de la Moreni, conțin $CO_2$ în proporție de 10—30 %, în timp ce gazele din Meoţian au $CO_2$ în proporție de maximum 1 %.

Concentraţia apelor de zăcămînt crește în raport cu adîncimea și, în general, dinspre sinclinal către masivul de sare. Astfel, Meoţianul are 150—200 g/l, în timp ce apele din Dacian au 20—50 g/l. Toate apele aparțin grupei cloruri, subgrupei sodiu, clasa S.I. Sub aspectul ponderii, NaCl ocupă 91—96 % din totalul sărurilor dizolvate în apa de zăcămînt.

În privința regimului de zăcămînt este de menționat că majoritatea zăcămintelor de pe structură au produs în regim elastic, și prin expansiunea gazelor ieșite din soluţie. Numai la Tintea nord, Tintea sud și Lilieşti, regimul

zăcămintelor meoţiene a fost influenţat şi de capul primar de gaze. În prezent, curgerea petrolului se face preponderent, în regim gravitaţional.

beneficiat de condiţii şi posibilităţi de generare a unui volum sporit de hidrocarburi. Datorită presiunilor litostatice şi a mişcărilor din bazin, hidrocarburile au început să migreze spre nord,

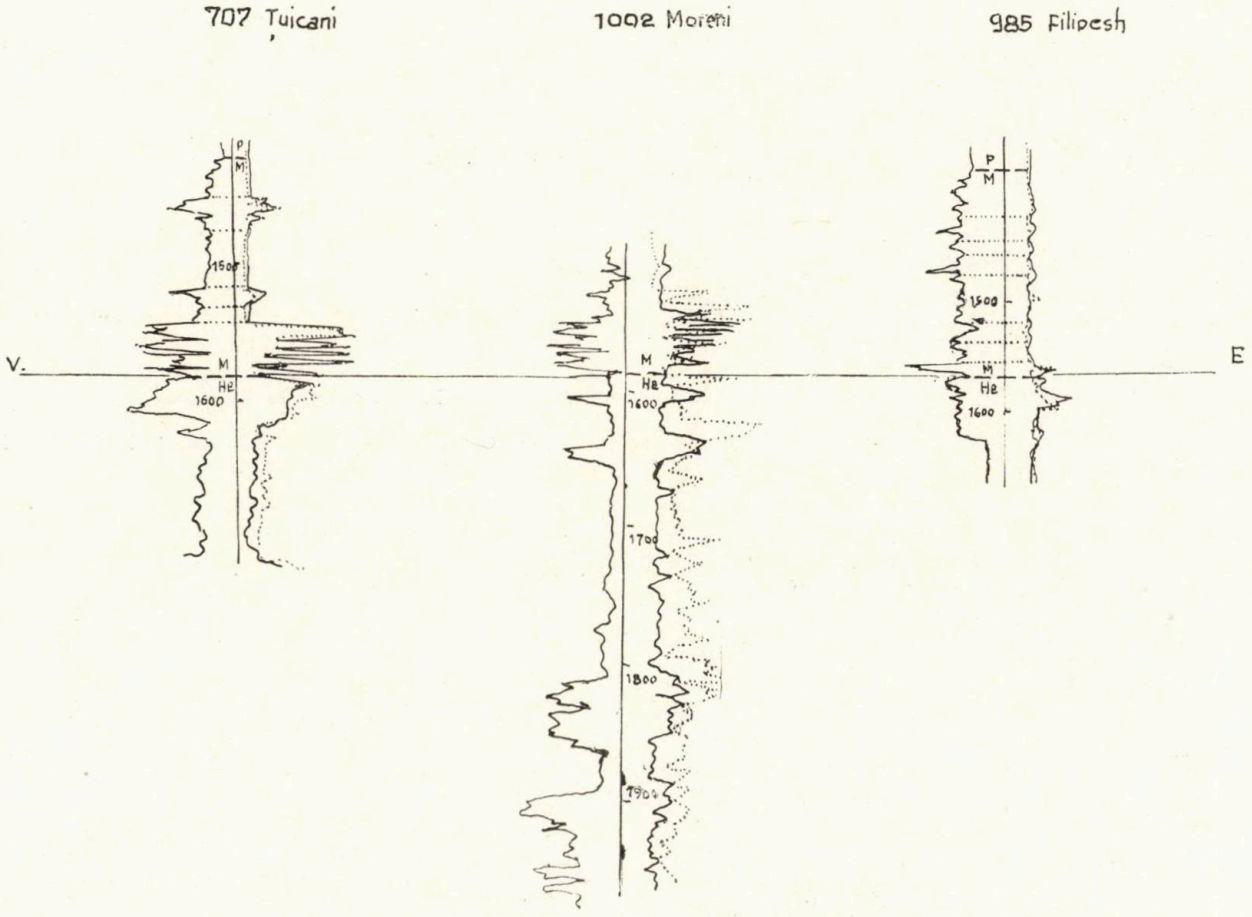



Fig. 5f. Paralelizări diagrame electrice, Helveţian Sc. 1 : 5 000.

**Factorii care au contribuit la acumularea cantităţii mari de ţiţei în cuprinsul structurii Moreni-Băicoi**

Structura Moreni-Băicoi a produs, în total, peste 100 mil. tone petrol, adică mult mai mult decît producţie cumulată a structurilor vecine. Cauzele care au determinat acumularea unui volum mare de hidrocarburi în cuprinsul structurii au mai fost arătate şi cu altă ocazie (Paraschiv, Olteanu 1970) şi constau în :

— Continuitatea sedimentării în timpul Pliocenului, cînd s-au depus alternanţe de pelite şi psamite, creîndu-se condiţiile optime de generare, acumulare şi de conservare a hidrocarburilor. În acelaşi timp au fost create condiţii favorabile pentru realizarea unor capcane suprapuse, în Meoţian şi Dacian.

— Meoţianul, depus la sud de anticlinalul Moreni-Băicoi, deci mai departe de ţărm, îmbracă un facies mai pelitic. Teoretic aceasta înseamnă că partea exterioară a avanfosei a către marginea ridicată a zonei mio-pliocene. În calea migraţiei s-a interpus anticlinalul Moreni-Băicoi, care a colectat o bună parte din hidrocarburile generate.

— Dimensiunile anticlinalului diapir Moreni-Băicoi sînt apreciabile, structura avînd 35 km lungime. De asemenea, închiderea capcanelor aparţinînd acestei structuri este cu mult mai mare decît a anticlinalelor vecine.

— Sinclinalele care încadrează structura sînt extinse, constituind zone de alimentare cu hidrocarburi, apreciabile. Astfel, suprafaţa saturată cu ţiţei la Dacian este de 27 ori mai mică decît cea a zonei saturate cu apă, iar suprafaţa saturată cu ţiţei la Meoţian, de 9 ori mai mică.

— Cu mici excepţii, anticlinalul Moreni-Băicoi a fost acoperit de Cuaternar şi Levantin, în felul acesta, asigurîndu-se condiţii de conservare a zăcămintelor, chiar pentru cele cu adîncimi mici, localizate în Dacian şi Levantin.

Factorii menţionaţi pînă acum au un caracter universal, putînd fi identificaţi şi în zone fără cute diapire. Totuşi, diapirismul a contribuit şi el la formarea acestor zăcăminte.

Din cauza acumulării şi ridicării sării, stratele de deasupra s-au boltit şi anticlinalul a fost menţinut într-o poziţie mai ridicată faţă de structurile înconjurătoare, chiar din timpul sedimentării. Cu alte cuvinte, diapirismul a favorizat schiţarea timpurie a capcanelor şi migraţia petrolului către ele.

Structura Moreni-Băicoi fiind situată pe zona cu fundament cutat al avanfosei, unde forţele tangenţiale au acţionat din plin, sarea burdigaliană a putut fi aglomerată şi ejectată, străpungînd pe alocuri întreaga cuvertură de sedimente. În felul acesta, de-a lungul accidentului axial major, s-au, format lame de sare, care au jucat rol de ecran.

## Concluzii

Dintre anticlinalele petrolifere ale zonei mio-pliocene, structura diapiră Moreni-Băicoi este cea mai mare şi mai reprezentativă.

În avanfosa carpatică s-au acumulat, în timpul mio-pliocenului, depozite de molasă a căror vîrstă începe cu aquitanianul şi se termină cu quaternarul. Acestea includ două nivele cu depuneri de sare care, stimulate de izostasie şi de forţele tangenţiale, au generat anticlinale diapire, cel mai reprezentativ fiind aliniamentul Moreni-Băicoi.

Falia majoră de-a lungul anticlinalului Moreni-Băicoi, a facilitat ejectarea sării şi formarea unor ecrane, deosebit de favorabile acumulărilor de hidrocarburi.

Hidrocarburile sînt localizate, în proporţie de 99%, în Meoţian şi Dacian, în capcane de tip structural. Capcanele stratigrafice prezente sub planul de discordanţă al Meoţianului, sînt de mică importanţă.

Ţiţeiul din Meoţian este parafinos, iar cel din Dacian, naftenic, ceea ce sugerează originea lui diferită. În Sarmaţian şi Helveţian predomină ţiţeiul parafinos, indiciu că acesta a migrat din Meoţian, impregnînd capetele de strate miocene, pe suprafaţa de discordanţă.

Acumularea unui volum mare de hidrocarburi în zăcămintele din cuprinsul structurii Moreni-Băicoi, se datoreşte unei succesiuni groase de pelite şi psamite, respectiv roci generatoare şi colectoare, extinderii mari a structurii, deformării sinsedimentare a depozitelor şi menţinerea unei poziţii mai ridicate a structurii faţă de regiunile vecine, acoperirea anticlinalului cu depozite recente şi deci realizarea unor condiţii de conservare, chiar pentru acumulările din Dacian şi Levantin.

Sarea a contribuit la realizarea unor acumulări gigantice de hidrocarburi prin boltirea sinsedimentară a formaţiunilor pliocene, menţinînd structura la un nivel mai înălţat decît cel al structurilor înconjurătoare. De asemenea, sarea diapiră a avut rol de ecran pentru stratele colectoare de pe flancuri care se sprijină pe peretele salifer din zona centrală a structurii.

## BIBLIOGRAFIE


1. Anton, S. şi Cerchez, V. Cercetări metodologice de laborator pe roci, ţiţeiuri şi gaze pentru cunoaşterea genezei şi migraţiei hidrocarburilor pe teritoriul R.S.R. — Pliocenul din Depresiunea Precarpatică: Bucureşti, Institutul de Cercetări şi Proiectări Geologice pentru Hidrocarburi. 1969.

2. Atanasiu, I. Quelques observations sur le diapirism; Soc. Română Geologie Buletinul, **I**, 1932, p. 96—105.
— Zăcămintele de ţiţei din România: Revistele tehnice AGIR, nr. 3, 1948, p. 111—125.

3. Brod, I. Geologia zăcămintelor de ţiţei şi de gaze: Bucureşti, Editura Tehnică, 1953, p. 23—27.

4. Cerchez, V. şi Anton, S. Cercetări asupra unor roci generatoare de hidrocarburi din pliocenul subcarpatic: Moscova al 8-lea Congres Mondial al Petrolului, 1971, p. 29—41.

5. Circoană, A. şi colab. Studiu privind analiza zăcămintelor de hidrocarburi de pe structura Tintea — Băicoi-Floreşti-Călineşti Sud în vederea reestimării rezervelor şi stabilirii de noi măsuri pentru creşterea producţiei şi mărirea factorului final de recuperare. Institutul de Cercetări pentru Foraj şi Extracţie 1969, Cîmpina.
— Arsenescu D. şi colab. Studiul zăcămintelor de hidrocarburi din zona: Gura Ocniţei — Moreni 1969, — Piscuri Filipeşti, în vederea reestimării rezervelor şi stabilirii de noi măsuri pentru creşterea producţiei şi mărirea factorului final de recuperare. Institutul de Cercetări pentru Foraj şi Extracţie Cîmpina.

6. Gavăţ, I. Geologia petrolului şi gazelor naturale, Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică, 1964, 303 p.

7. Grigoraş, N. Geologia zăcămintelor de petrol şi gaze din R.P.R.. Bucureşti, Editura tehnică, 1961, 233 p.
— şi Petrişor I., Consideraţiuni privind legile de răspîndire ale zăcămintelor de petrol şi gaze din R.P.R.: Comunicări ştiinţifice Secţia 4, Geologie economică, **5**, 1963, p. 124—138.

8. Gussow, Wm. C., Differential entrapment of oil and gas: a fundamental principale: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., **38**, 1954, nr. 5, p. 816—853.

9. Hanganu, E., Studiul stratigrafic al pliocenului dintre văile Teleajen şi Prahova (regiunea Ploieşti): Bucureşti Comitetul de Stat al Geologiei, Studii Tehnice şi Economice, seria j, stratigrafie, 1966, nr. 2.

10. Hlauschek, H., Romanian crude oil. Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., **34**, 1950, nr. 4, p. 755—781.

11. Iorgulescu şi colab., Vîrsta unor masive de sare din R.P.R.. Bucureşti, Editura Academiei Republicii Populare Române. 1962,

12. Kosîghin, I., Tectonica generală, Bucureşti, Editura tehnică, 1962, p. 159—191.

. Macovei, G. L'origine du pétrole des Carpates Orientales et ses roches-mères : Soc. Rom. de Geologie Buletinul, **1**, 1932, p. 270—285.
— 1938, Les gisements de pétrole : Paris, Masson et Cie. Editeurs, p. 502
— et D. Ştefănescu, Les gisements de pétrole de Roumanie, in Les Karpates et l'avant pays, **3**, 1935, Karpacki Institut Geologiczko Naftowy, p. 31—90.

4. Marinescu, I. şi colab., Studiu geologic complex al depozitelor sarmato-pliocene din Depresiunea din faţa Carpaţilor Orientali dintre Valea Buzăului şi Valea Dîmboviţei : Bucureşti, Institutul de Cercetări pentru Foraj şi Extracţie Cîmpina. 1971,

5. Mrazec, L. Despre cute cu sîmbure de străpungere. Soc. Ştiinţe Bull., **16**, p. 6—8. 1907.
— 1926, Les plis diapirs et le diapirsme en général : Roumania Inst. Géol. Comptes Rendus t. 6 (1914—1915), p. 215—255.
— 1935, Sur le diapirism, în Les Karpates et l'avant pays, **3**. Karpacki Institut Geologiczko Naftowy.
— et Atanasiu I., 1927, L'anticlinal diapir Moreni — Gura Ocniţei : Guide des excursions, p. 171—193.

16. Pană, I. Studiul depozitelor pliocene din regiunea cuprinsă între Valea Buzăului şi Valea Bălăneasa : Bucureşti, Comit. de Stat al Geologiei, Studii Tehnice şi Economice, seria j, stratigrafie, nr. 1. 1966,

17. Paraschiv, D. şi Olteanu, Gh., 1968, Oil fields in Mio-Pliocene zone of Eastern Carpathians (District of Ploieşti) in Geology of gigant petroleum fields : Published by The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 1970, p. 399—427.

18. Popescu-Voiteşti, I. Sarea regiunilor carpatice româneşti : Bucureşti, 1943, Fund. Reg. Lit. Arta, p. 74.

19. Preda, D. M. Dezvoltarea geologiei petrolului în România : Petrol şi gaze, nr. 9—10, 1957, p. 435—447.

20. Pustowka A., Moreni, in Les Karpates et l'avant pays, **3** : 1935, Karpacki Institut Geologiczko Naftowy.

21. Raaf J. F. M. de, The world oilfields-the Eastern Hemisphere, in The science of petroleum : London, Oxford Univ. Press, v. **6**, 1953, pt. 1, p. 9—17.

22. Saulea, E. Geologia istorică. Bucureşti, 1967, Ed. didactică şi pedagogică.

23. Small, W. M. Thrust faults and ruptured folds in Romanian oil fields : Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., **43**, 1959, p. 455—471.

24. Walters, R. P. La présence du pétrole dans le Dacien de Gura Ocniţei-Est et la question de l'origine du pétrole en Roumanie : Roumania Inst. Géol. Comptes Rednus, t. **24**, 1940, (1935—1936), p. 10—17.
— 1946, Oil fields of Carpathian region : Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. **30**, p. 319—336.

25. Visoţki, I. V. Istoria dezvoltării părţii sudice a regiunii cutate a Carpaţilor Orientali : Analele Univ. C. I. Parhon Bucureşti, Seria Ştiinţelor Naturii, nr. 21, 1959, p. 125—131.

# Eficienţa metodelor geofizice în cercetarea structurilor diapire din avanfosa Carpaţilor din România

O. Dicea şi I. Popescu

Pe teritoriul R. S. România, avanfosa carpatică reprezintă depresiunea de la exteriorul zonei de fliş, umplută cu depozite de molasă miocenă şi pliocenă (fig. 1). Zona internă a avanfosei carapatice se dispune peste depozitele flişului extern, cutate în faza savică, în timp ce zona externă a avanfosei prezintă un fundament de platformă.

Sectorul avanfosei de la vest de valea Dîmboviţei şi-a început evoluţia mai devreme, după cutarea laramică (etapa definitivării pînzei getice), ca avanfosă a Carpaţilor Meridionali.

Tectonica depozitelor de molasă a constituit obiectul unor îndelungate cercetări geologice şi geofizice, datorită conţinutului lor de substanţe utile (petrol, gaze, cărbuni, săruri). În această lucrare se va arăta pe scurt gradul în care diferitele metode geofizice de prospecţiune s-au dovedit apte pentru cercetarea şi evidenţierea structurilor diapire din diferite sectoare ale avanfosei.

## Magnetometria şi gravimetria

Aplicabilitatea prospecţiunii magnetometrice este condiţionată de existenţa în subsol a unei distribuţii neomogene a intensităţii de magnetizare, provocată de contrastele de magnetizare dintre elementele geologice individualizate (structuri cutate, accidente tectonice sau acumulări de minerale utile în zăcăminte) şi rocile sau formaţiunile înconjurătoare. Succesul prospecţiunii mai depinde de valoarea şi adîncimea contrastului de magnetizare, fiind cu atît mai mare cu cît contrastul este mai puternic şi adîncimea mai mică.

Prospecţiunea gravimetrică este aplicabilă în cazurile în care în subsol este prezent unul sau mai multe contraste de masă. Acestea se datoresc contrastelor de densitate care există între mineralele, rocile sau formaţiunile geologice care constituie elemente geologice individualizate şi mediul înconjurător.

Aplicarea magnetometriei şi gravimetriei în avanfosa carpatică a dus la succese remarcabile, rezultate bune obţinîndu-se în cazul structurilor cu acumulări de sare în ax, datorită faptului că sarea provoacă minime, atît din punct de vedere magnetic, cît şi gravimetric.

Rezultatele lucrărilor magnetometrice şi gravimetrice, cu referire la structurile cu sîmbure de sare, au fost analizate pe larg în mai multe lucrări de sinteză (Airinei şi colab. 1960 ; Visarion, 1961 ; Airinei şi Visarion, 1966 ; Visarion şi colab., 1968), ceea ce ne scuteşte de a insista mai mult asupra lor. Cupluri de anomalii reprezentative, gravimetrice-magnetometrice au fost menţionate la Tg. Ocna, Tazlăul Mare (una dintre cele mai intense anomalii magnetice cunoscute pe teritoriul ţării), Păcureţi, Floreşti, Aricesti, Slătioarele etc.

Dintre acestea, se prezintă ilustrativ cuplul de anomalii gravimetrice şi magnetice de la Păcureţi (fig. 2), situate pe un aliniament intern de cute diapire (zona cutelor răsturnate) şi caracterizat printr-o structură în culise şi cute-falii, în care nucleul de sare este adesea dezrădăcinat şi răsturnat spre sud [3]. Minimul situat la sud de satul Păcureţi este parţial efectul masivului de sare strîns în nucleul cutei pliocene tectonizate (strivite). Se poate observa că axa de simetrie a minimului magnetic local este ortogonală cu axa de simetrie a minimului gravimetric, intersecţia lor avînd loc în zona de apex a cuplului anomal, care corespunde masivului de sare diapir. Orientările netectonice ale acestor două anomalii locale de la Păcureţi, precum şi sistemele de legătură (de conjugare) ale cuplurilor vecine (cuplul de maxim de la Nucet, la vest ; cuplul de minim magnetic şi de maxim gravimetric de la Matiţa, la est, şi cuplul de maxim magnetic şi gravimetric de la Podenii Noi, la sud) indică un sistem particular de distribuţie de mase în subsol, găsindu-se în contraste diferite de densitate şi intensitate de magnetizare, insesizabilă la suprafaţă.

În cadrul cutelor diapire exagerate se menţionează, în mod deosebit, anticlinalul diapir de la Floreşti [19], care face parte din primele anomalii gravimetrice, determinate cu balanţa de torsiune în România (Gavăţ şi Ghiţulescu, 1929 —1934). Profilele gradientului orizontal şi mărimii de curbură (fig. 3) pun în evidenţă limitele masivului de sare pe valorile extreme ale gradienţilor, precum şi axa de simetrie structurală, prin schimbarea semnului gradienţilor orizontali : minimul mărimii de curbură coincide cu

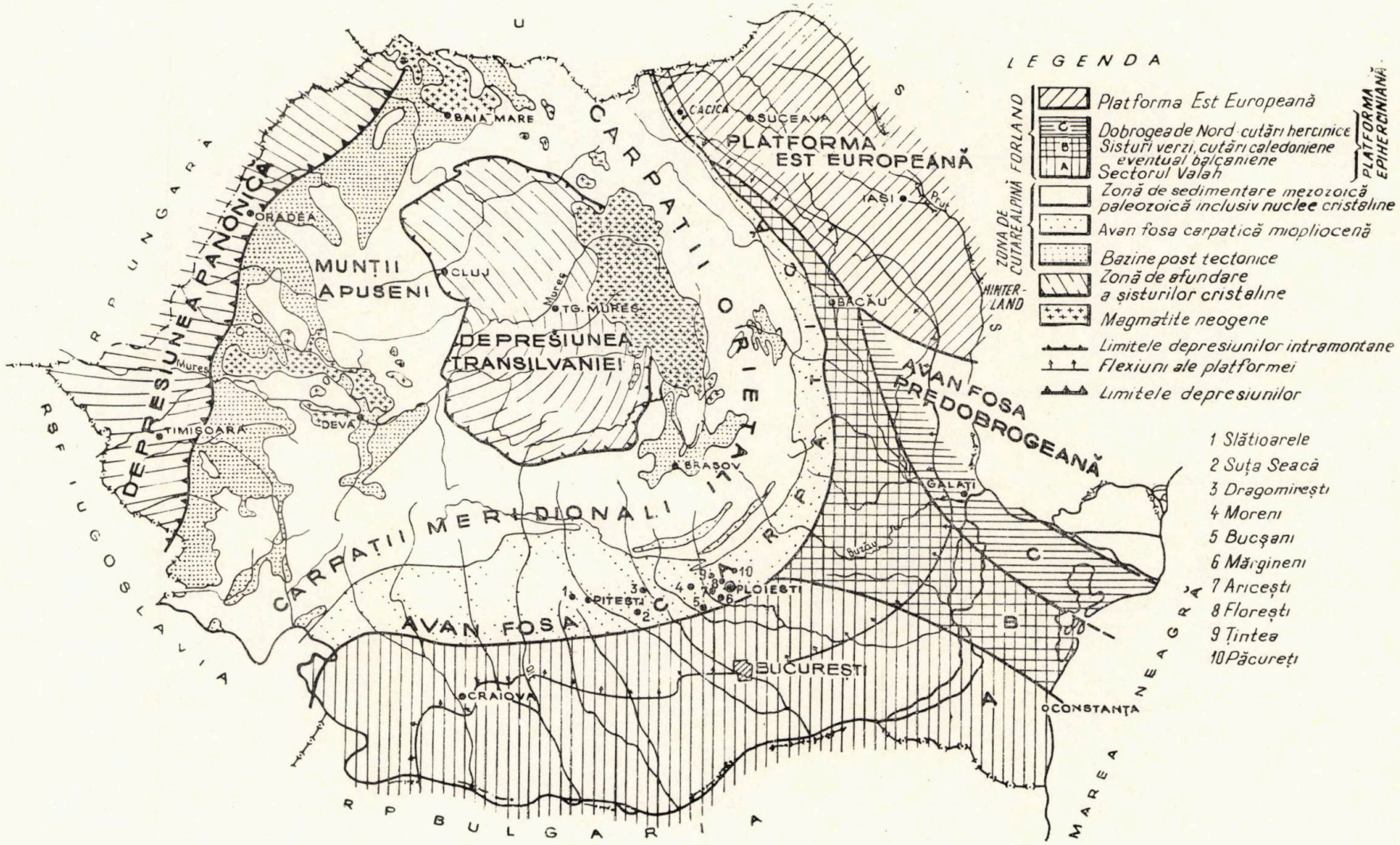



Fig. 1. Schiţă tectonică a României
după harta geologică 1 : 500 000, întocmită la Comitetul Geologic şi harta tectonică, întocmită de I. Dumitrescu şi colaboratorii.

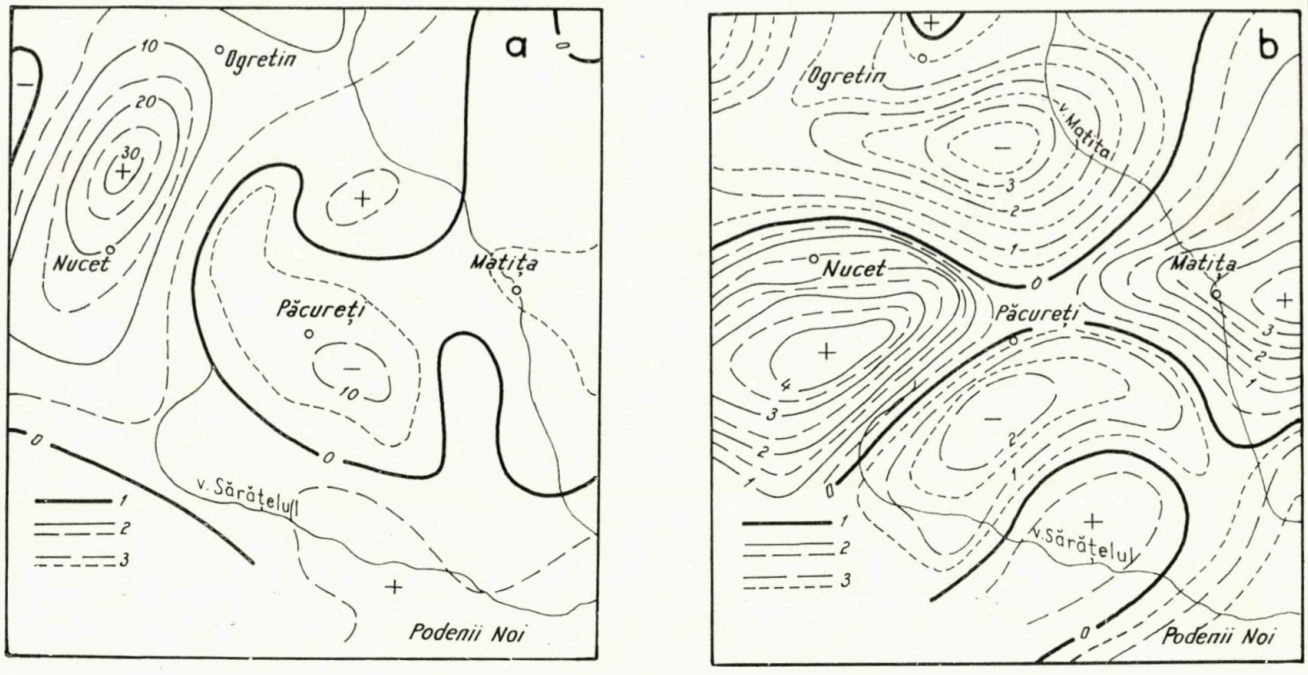



Fig. 2. Cuplul de anomalii de la Păcureți:
a) anomalia magnetică locală; b) anomalia gravimetrică locală
*1*—Izolinie de zero; *2*—Izolinii de maxim; *3*—Izolinii de minim.
(după Ștefan Airinei și Marius Visarion, 1966).

masivul de sare. Aspectul asimetric al curbei gradientului orizontal sugerează profilul asimetric al sîmburelui de sare.

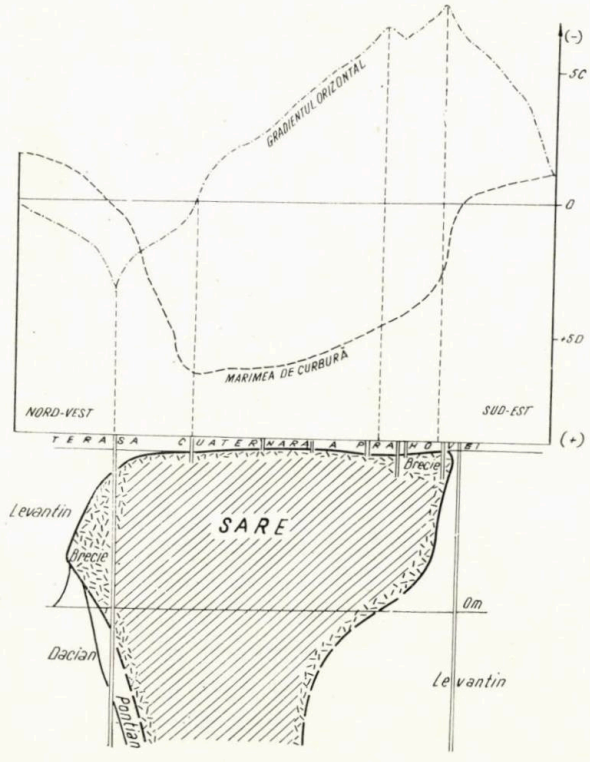



Fig. 3. Profil geologic interpretat după indicațiile balanței de torsiune și de foraje, al diapirului de sare de la Florești-Prahova (după I. Gavăț și T. P. Ghițulescu, 1929).

## Electrometria

Pe teritoriul R. S. România s-a efectuat un volum important de prospecțiuni electrometrice, folosindu-se metodele sondajului electric vertical, profilarea electrică clasică sau dipol și curenții telurici.

Rezultate interesante s-au obținut atît în zonele cutate ale avanfosei carpatice din Muntenia și Oltenia, cît și în Depresiunea Transilvaniei.

În avanfosa carpatică, orizontul de referință îl constituie marnele ponțiene, care se manifestă în profilul rezistivităților prin cele mai uniforme și mai scăzute valori.

Începînd din zona orașului Ploiești și pînă în Oltenia de nord-est s-a putut face o corelație între minimele de rezistivitate aparentă și anticlinalele pliocene, precum și între maximele de rezistivitate aparentă și sinclinalele aferente lor, umplute cu pietrișuri de Cîndești. Anticlinalele petrolifere Aricești, Mărgineni, Șuța Seacă, Pitești, Galicea, Bucșani, precum și anticlinalele gazeifere Mănești și Vlădeni se reflectă în anomalia rezistivității aparente prin minime locale, cu intensități variind între 3 și 5 Ωm [35].

În figura 4, este reprodusă după Breusse imaginea curbelor de egală valoare a rezistivității aparente, obținută în urma unei prospecțiuni electrometrice prin metoda profilării electrice, folosind un dispozitiv AMNB, cu o lungime a liniei AB de 5000 m, pe structura petroliferă Bucșani. Această structură reprezintă o cută anticlinală mio-pliocenă, cu un diapirism

ıcipient al sării, acoperită de depozite cuaterare. Ridicării axiale a formaţiunilor ponţiene u rezistivitate specifică mică îi corespunde un ıinim de rezistivitate aparentă. Forajele execu-

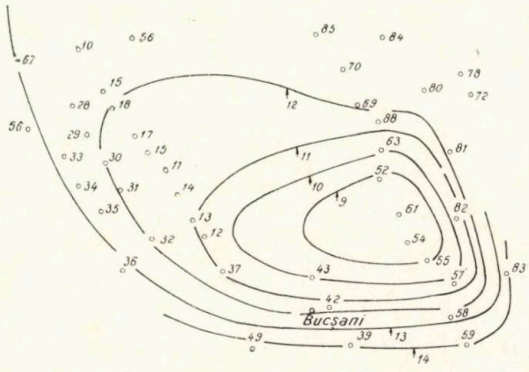



Fig. 4. Harta rezistivităţilor deasupra structurii Bucşani. (după J. J. Breusse, 1937).

tate ulterior au arătat o concordanţă remarcabilă între imaginea izobatelor de la limita Dacian-Ponţian şi aceea a curbelor izoohme.

**Seismometria**

Utilizarea metodei seismometrice în cercetarea avanfosei carpatice a fost mult îngreuiată de tectonica foarte complicată şi de condiţiile de relief deosebit de dificile. Din acest punct de vedere sînt de luat în consideraţie trei zone ale avanfosei, şi anume: zona miocenă, zona miopliocenă (zona cutelor diapire) şi Depresiunea Getică.

În zona miocenă din Moldova, lucrările de prospecţiune seismică au început în anii 1957—1958, cînd s-a încercat executarea unor profile de corelaţie continuă. Rezultatele obţinute s-au dovedit a fi neinterpretabile geologic, şi din aceste motive s-a trecut la executarea unor prospecţiuni seismice prin metoda seismosondajelor spaţiale de masă (SSM), pe aproape toate văile principale din regiune. Rezultatele obţinute au avut un caracter calitativ şi au fost folosite numai prin corelare cu datele geologice oferite de cartarea de suprafaţă şi de sondele săpate. Pe secţiunile construite, aranjamentul reflexiilor a permis, totuşi, recunoaşterea principalelor elemente structurale din zonele cercetate (linia marginală, linia pericarpatică, afundarea platformei sub încălecarea molasei şi flişului etc.). Structura de detaliu şi structurile cu sîmburi de sare nu au putut fi, însă, evidenţiate ca atare.

În figura 5, se prezintă o secţiune seismică verticală realizată prin metoda SSM, care trece prin apropierea masivului de sare de la Cacica [4]. După cum se vede, informaţiile seismice încep de la circa 500 m în jos şi nu arată un aranjament al elementelor reflectatoare specific diapirelor de sare.

Executarea, începînd din 1961, a unor profile de corelaţie continuă cu staţii cu înregistrare magnetică analogică nu a adus multe îmbunătăţiri în cercetarea structurilor complicate şi, în speţă, a structurilor diapire.

În zona cutelor diapire, primele lucrări s-au executat prin metoda seismosondajelor centrale, dar după anul 1948 s-a aplicat cu precădere metoda profilelor de corelaţie continuă. Începînd din anul 1963, s-au executat şi coridoare de seismosondaje spaţiale de masă, precum şi profile prin metoda recepţiei dirijată reglabilă (R.D.R.). În ultimii 10 ani, unele profile au fost înregistrate cu aparatură magnetică-analogică.

Prin procedeele de înregistrare şi prelucrare aplicate s-a reuşit să se evidenţieze foarte bine structura formaţiunilor sarmato-pliocene, pînă la discordanţa cu molasa inferioară sau cu flişul paleogen.

O mare parte din anticlinalele cu sîmbure diapir au fost traversate de unul sau mai multe profile sau cordioare seismice, în ideea de a se preciza structura de detaliu a complexelor din acoperişul, flancurile şi culcuşul corpurilor de sare. În funcţie de gradul de diapirism al sării şi de poziţia mai mult sau mai puţin dislocată a complexelor de strate înconjurătoare, profilele seismice au adus elemente care, într-o măsură mai mare sau mai mică, au confirmat imaginea structurală cunoscută din lucrările de foraj.

În zona diapirelor exagerate, elementele reflectatoare sînt foarte puţine şi prezintă înclinări mari 50—60°. În zona diapirelor atenuate, flancurile structurilor sînt foarte bine conturate, iar numărul elementelor reflectatoare scade simţitor numai în zona de apex.

Structura depozitelor din acoperişul diapirelor incipiente a fost foarte bine evidenţiată, mai ales prin înregistrarea magnetică analogică. În figura 6 se prezintă secţiunea de adîncime a profilului V/67 peste structura Bucşani [22], din care se observă că structura formaţiunilor este destul de bine pusă în evidenţă, atît pe flancuri, cît şi în zona de boltă. Pe baza difracţiilor s-au marcat falii majore de o parte şi de alta a boltei, care ar reprezenta şi aria de întindere a sării. La adîncimi mai mari de 2000 m, orizonturile reflectatoare au o poziţie aproape orizontală.

Structura depozitelor din flancuri a fost mai bine evidenţiată acolo unde înclinarea stratelor nu a depăşit 45°.

În cazul cînd flancurile sînt puternic redresate, se obţin informaţii numai în apropierea sinclinalelor, unde înclinarea se înscrie în limitele menţionate (fig. 7). Anticlinalele diapire se conturează în aceste cazuri prin precizarea sinclinalelor periferice.

În ceea ce priveşte structura complexelor din culcuşul sării, rezultatele sînt destul de variabile. În cazul unui diapirism foarte avansat,

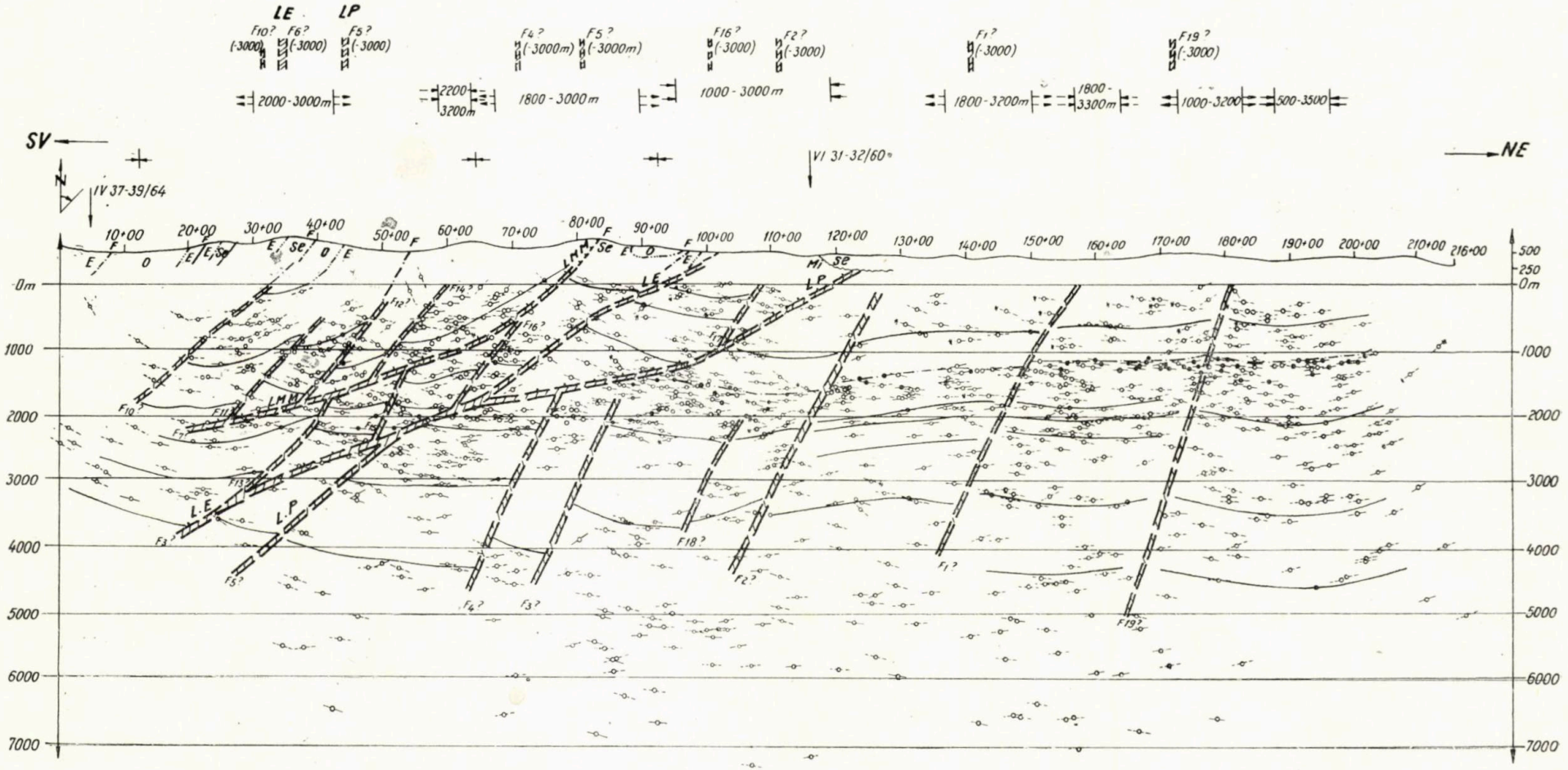



Fig. 5. Secţiune seismică verticală în zona miocenă din Moldova (după Ali Mehmet şi colaboratorii, 1965).

flecţiile de la stratele din culcuş sînt sporadice nesigure, atît ca existenţă, cît şi ca interpre-re (fig. 7). În cazul diapirelor incipiente sau enuate, unele reflexii înregistrate s-au consi-derat că ar putea reflecta structura depozitelor din culcuş. Necunoscîndu-se grosimea corpului de sare nici din foraje şi nici din înregistrările seismice, interpretarea structurii stratelor de sub sare este influenţată de ipoteza care se adoptă asupra vitezei de propagare a undelor seismice în sare.

Pe unele structuri diapire, ca : Moreni, Băicoi, Bucşani, Mărgineni, s-au executat profile seismice de corelaţie continuă cu aparatură magnetică analogică, dar rezultatele obţinute sînt dificil de interpretat.

În delimitarea corpului de sare, rezultatele sînt destul de neconcludente, şi în fapt în această zonă clasică a diapirismului seismica este mai puţin eficientă în evidenţierea raporturilor dintre corpul de sare şi celelalte complexe, decît în Depresiunea Transilvaniei, unde s-a ajuns la rezultate mai concludente.

Un element cu implicaţii importante în problema diapirismului sării din avanfosa mio-pliocenă, evidenţiat prin profilele seismice, se referă la precizarea prelungirii fundamentului de platformă pînă în dreptul sau dincolo de aliniamentele Şuţa Seacă — Bucşani — Mărgineni, pe sub molasa miocenă (fig. 8).

În Depresiunea Getică, s-au executat profile de corelaţie continuă, cori-

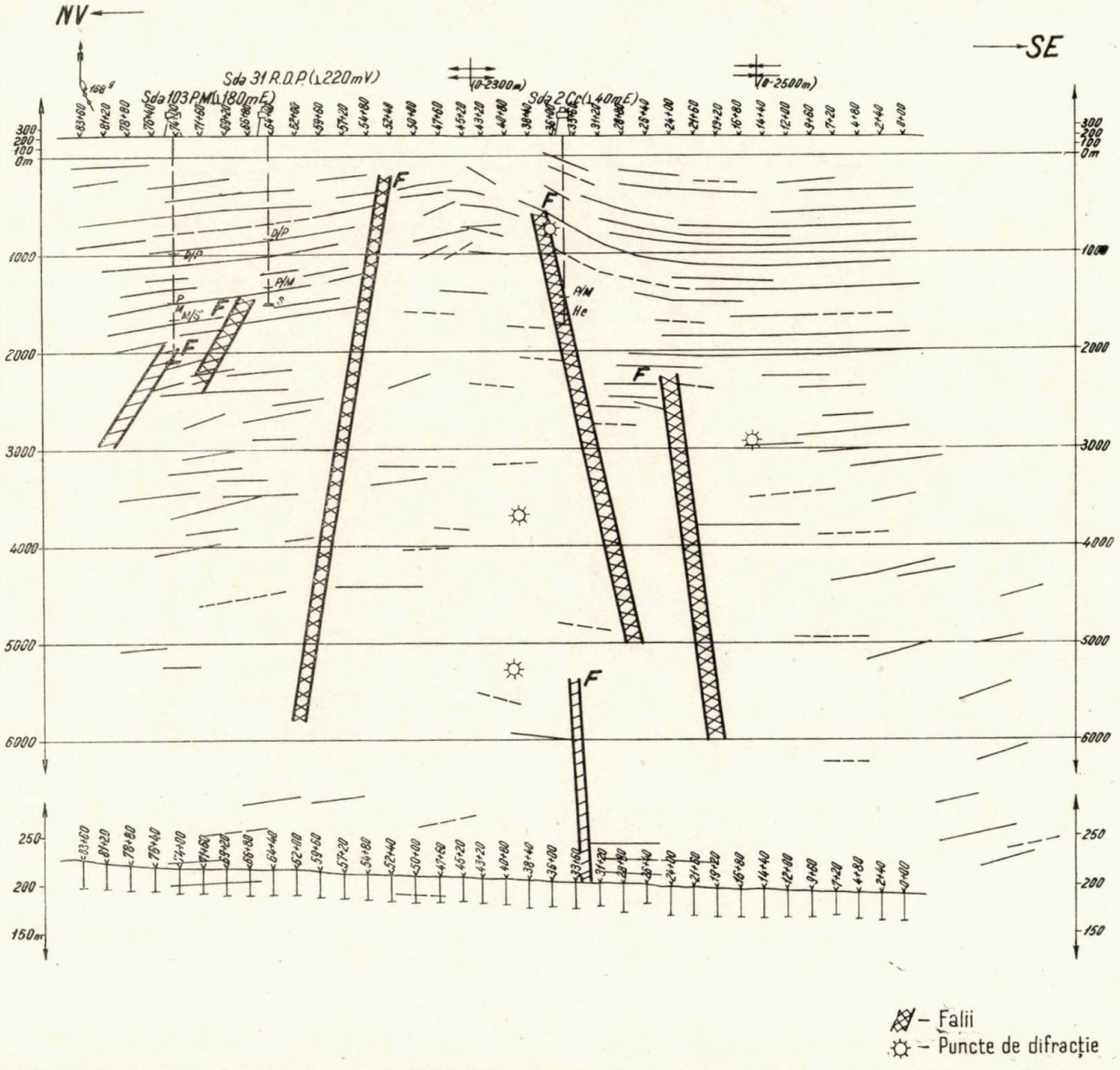



Fig. 6. Secţiune seismică de adîncime (profil V/67) obţinută prin corelaţie continuă, traversînd structura Bucşani (după Popescu, Al. şi Chişcan, M., 1967).

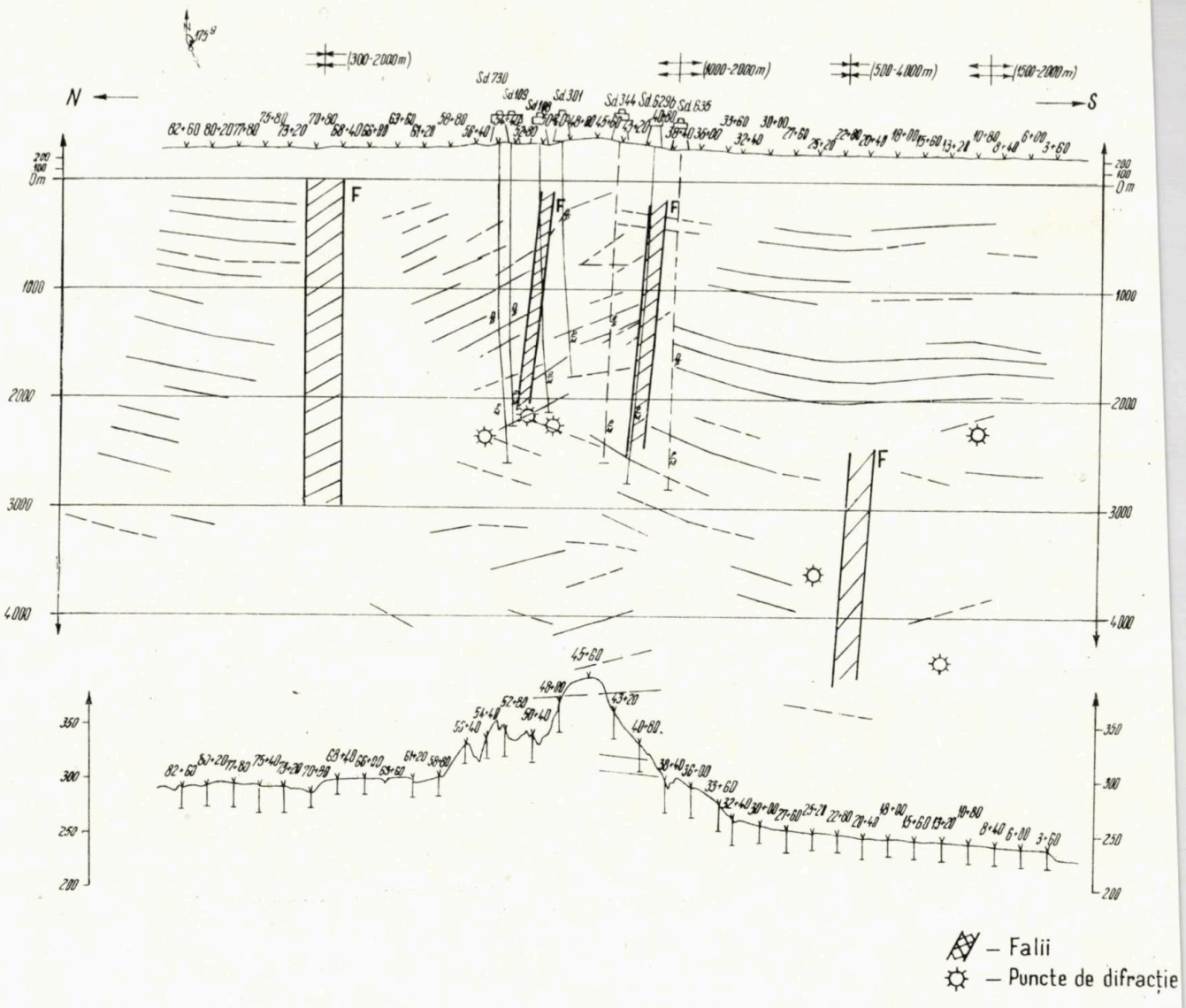



Fig. 7. Secțiune seismică de adîncime peste structura Țintea (după Popescu, A. și Chișcan, M., 1967).

doare de SSM și, în ultimii ani, profile înregistrate cu aparatură magnetică analogică [33]. Lucrările au rezolvat satisfăcător tectonica formațiunilor sarmatopliocene și numai în parte pe cea a formațiunilor miocene și paleogene.

Diapirismul fiind mai puțin accentuat, prezența sării pe secțiunile seismice a fost și mai greu de evidențiat, structurile cu sîmburi de sare fiind stabilite prin paralelizarea datelor furnizate de profilele de corelație continuă sau SSM cu cele obținute prin foraje sau alte metode geofizice (gravimetria). Edificatoare în acest sens sînt zonele Slătioare (Pitești), Șuța Seacă, Dragomirești (fig. 8).

## Concluzii

Din exemplele analizate, precum și din considerațiile făcute asupra unor rezultate obținute prin cercetarea structurilor diapire prin metode geofizice, se pot desprinde cîteva concluzii mai importante, și anume :

— În cercetarea masivelor de sare din avanfosa carpatică, metoda gravimetrică a înregistrat succese remarcabile, atunci cînd corpurile de sare au avut grosimi suficiente și adîncimi optime pentru a produce zone de minim. Magnetometria s-a aplicat în cuplu cu gravimetria și, în acest fel, rezultatele au putut fi interpretate concludent.

Seismometria a adus contribuții la descifrarea tectonicii regionale și locale a formațiunilor de molasă, atunci cînd gradul de dislocare a fost moderat. În cazul structurilor diapire, în funcție de gradul de diapirism, s-a putut evidenția aranjamentul tectonic al complexelor ce găzduiesc corpul de sare (complexele din acoperiș, de flanc și din culcuș). Corpurile de

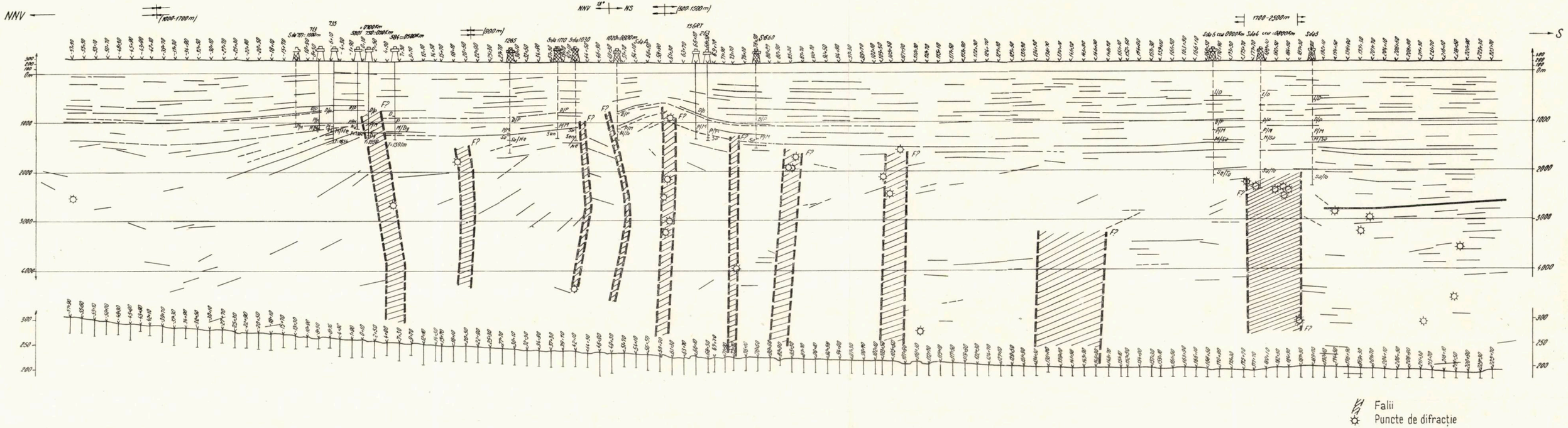



Fig. 8. Secțiune seismică de adîncime, marcînd trecerea deal platformă la avanfosă (după Voinea, M. și Daud, St., 1962)

re se manifestă, de regulă, prin lipsă de flecţii, iar limitele cu formaţiunile înconjutoare se înscriu ca fronturi de difracţii.

## BLIOGRAFIE


. Airinei, St. Cercetări magnetice pentru sare în regiunea Ocnele Mari — Ocnița, D.S. șed. Com. Geol. **XLII**, 1959, p. 191—201.

. Airinei, St., Botezatu, R., Dumitru, S. Popovici, D., Stoenescu, Sc. The use of the gravimeter for the salt dome finding in the Rumanian Peoplé S. Republic. Rev. Géol. Géogr. **IV**., nr. 1960, p. 379 — 394.

3. Airinei, St., Visarion, M. Prospection magnétométrique des sels de Na, K, Mg, dans les subcarpates de Roumanie Rev. Roum. Géol. Géophys. Géogré Série de Géophysique, **10**, nr. 1, 1966 p. 63—88.

4. Ali Mehmet, Damian, A. Raport final asupra lucrărilor seismice prin metoda SSM în regiunea Vama-Rădăuți. Arhiva I.P.G.G.H., 1965.

5. Botezatu, R. Cercetări gravimetrice în regiunea Frînghieşti — valea Gardurilor — Pieptănari. D.S. şed. Com. Geol. **XLII**, 1959, p. 159 — 170.

6. Botezatu, R. Cercetări gravimetrice în regiunea Vrancea de nord. D.S. şed. Com. Geol. 1959, **XLII**, p. 203 — 214.

7. Botezatu, R. Anomalia gravităţii în regiunea cuprinsă între rîurile Olt şi Dîmboviţa. St. tehn. econ. Seria D. **3**, 1959, p. 79 — 92.

8. Botezatu, R. Cercetări gravimetrice în regiunea Piteşti-Goleşti. St. tehn. econ. Seria D. **3**, 1959, p. 93 — 99.

9. Botezatu, R. Prospecţiuni gravimetrice în regiunea Valea Seacă. St. tehn. econ. Seria D. **3**, 1959, p. 7 — 14.

10. Botezatu, R. Studiul anomaliei gravimetrice de la Slătioarele, regiunea Piteşti. Bul. Inst. de petrol, gaze şi geologie. **XI**, 1964, p. 67 — 96.

11. Visarion, M., Lăzărescr, V. Contribution géophysique a l'étude des massifs de sel en Roumanie. Rev. Roum. Géol. Géophys. Géogr. Serie de Géophysique., **14**, nr. 1, 1970, p. 119 — 145.

12. Ciupagea, T. D., Airinei, St., Stoenescu, Sc., Popescu, M., Popescu, C., TalosD. Nouveaux éléments d'interprétation géologique des resultats géophysiques dans la partie sud-ouest de la Dépression de Transylvanie, Rev. Roum. Géol. Géophys. Géogr. Seria de Géophysique. **13**, nr. 1, 1969, p. 87 — 103.

13. Ciupagea, D. T., Pauca, M., Ichim, Tr. Geologia Depresiunii Transilvaniei. Ed. Academiei R.S.R., Bucureşti.

14. Gavăţ, I., Ghiţulescu, P. T. Cercetări gravimetrice în regiunea Călineşti — Floreşti (Jud. Prahova) în anul 1928 D. S. şed. Inst. geol. Rom. **XVII**, 1929, p. 1 — 17.

15. Gavăţ, I. Studiul interpretării rezultatelor geogravimetrice din regiunea Filipeşti, Mărgineni, Novăceşti, Floreşti, Băicoi. D. S. şed. Inst. geol. Rom. **XVIII** 1931, p. 196 — 224.

16. Gavăţ, I. Sur les anomalies de gravitation constatées à Floreşti (Prahova) et dans les environs. Ann. Inst. Géol. Roum. **XVI**, 1934, p. 683 — 706.

17. Gavăţ, I. Prospection gravimetrique dans la région de Moreni — Haimanale — Filipeştii de Tîrg — Diteşti, C. R. Inst. Géol. Roum. **XX**, 1935, p. 38 — 318.

18. Gavăţ, I. Prospection gravimetrique dans la région de Tîrgovişte C. R. Inst. Géol. Roum. **XXI**, 1937, p. 17 — — 24.

19. Gavăţ, I., Botezatu, R., Visarion, M. Interpretarea geologică a prospecţiunilor geofizice. Ed. Academiei R.S.R., Bucureşti, 1973.

20. Mihăilă, M., Mihăilă, S. Raport final asupra lucrărilor seismice în regiunea N—E. Ploieşti, 1962. Arhiva I.P.G.G.H.

21. Mrazec, L. Les plis diapirs et le diapirisme en général. C.R. Inst. Géol. Roum. **VI**, 1927, p. 228—267.

22. Popescu, Al., Chişcan, M. Raport final asupra lucrărilor seismice din regiunea Băicoi — Aricești — Bucşani, 1967. Arhiva I.P.G.G.H.

23. Popescu, C. Raport final asupra lucrărilor seismice din vestul Depresiunii Transilvaniei, 1967. Arhiva I.P.G.G.H.

24. Popescu, M. Prospecţiuni seismometrice, reflecţie, în regiunea Mărgineni (Prahova). St. tehn. econ. Seria D., **4**, 1962, p. 153—159.

25. Popovici, D. Prospecţiune gravimetrică în regiunea Ocnele Mari (Vilcea), D.S. şed. Com. geol. **XLII**, 1959, p. 171—186.

26. Popovici, D. Prospecţiuni gravimetrice în regiunea Bîsca Mică — Lopătari, St. tehn. econ. Seria D. **4**, 1962 a, p. 27—42.

27. Popovici, D. Prospecţiuni gravimetrice în regiunea Berca-Arbănaşi. St. tehn. econ. Seria D. **4**, 1962b. p. 15—26.

28. Ştefănescu, S. Evoluţia prospecţiunilor geofizice pe teritoriul R.P.R. Bul. St. Acad. R.P.R. Secţia Geol. Geogr. II, **1**, 1957, p. 35—86.

29. Stoenescu, S., Airinei, St. Studii geofizice asupra zăcămîntului de sare de la Slănic-Prahova. St. cerc. geol. IV, **1**, 1959, p. 113—126.

30. Tomescu, L., Cristian, I. Raport final asupra lucrărilor seismice din regiunea Bucşani—Mărgineni, 1963. Arhiva I.P.G.G.H.

31. Visarion, M. Contribuţia prospecţiunii gravimetrice la determinarea structurilor cu sare şi săruri de potasiu din depozitele neogene ale Carpaţilor Orientali. St. cerc. geol. **VI**. **3**, 1961, p. 581—599.

32. Visarion, M., Lăzărescu, V. şi Ştefănescu, R. Lignes tectoniques majeures, jalonnées par des massifes de sel repérées par des anomalies gravimetriques sur le territoire de la Roumanie (I. Carpates Orientales), Rev. Roum. Géol. Géophys., Géogr. Serie de Géophysique. **12**, nr. 2, 1968, p. 125—134.

33. Voinea, M., Daud, S. Raport final asupra lucrărilor seismice din reg. Slătioarele — Piteşti — Şuţa Seacă. 1962. Arhiva I.P.G.G.H.

# DOCUMENTARE

Iuşkevici, G. N. ş.a. **Constantele echilibrului de fază necesare la calculul componenţei fazelor din zăcămintele de ţiţei şi gaze aflate în condiţii de strat.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 5, mai 1973, p. 48—52.

În legătură cu explorarea zăcămintelor de ţiţei şi de gaze aflate la tot mai mari adîncimi, capătă importanţă influenţa temperaturii şi presiunii asupra stării de fază a sistemelor ţiţei-gaze. Studierea experimentală a acestor probleme prezentînd dificultăţi, în ultimul timp se acordă o mare atenţie metodelor de calcul teoretic pentru determinarea echilibrului gaze-lichid.

Există metode de calcul al echilibrului de fază în sistemele policomponente cu o compoziţie cunoscută utilizînd pentru aceasta constantele echilibrului de fază a componentelor. Se prezintă noi date cu privire la constantele echilibrului de fază a hidrocarburilor, ce intră în compoziţia sistemelor de ţiţei şi de gaze aflate la temperaturi de 50—160°C şi presiuni de 200 — 450 kgf/cm$^2$. Se analizează presiunile de trecere a amestecurilor de gaze şi de ţiţei în stare monofazică gazoasă în cadrul intervalului de temperaturi cercetat. Se descrie metoda de calcul pentru determinarea componenţei fazelor gazoasă şi lichidă în zăcămintele de ţiţei şi de gaze aflate în condiţii de strat, avînd pentru aceasta compoziţia sistemului şi constantele echilibrului de fază a hidrocarburilor. Se prezintă exemple de calcul cu aplicarea constantelor propuse.

Walker, B. H. **Amplasarea optimă a stabilizatorilor în garnitura de foraj.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschfrit, **89**, nr. 4, april. 1973, p. 137 — 146.

Stabilizarea optimă a garniturii prăjinilor grele deasupra sapei reduce tendinţa de deviere şi de schimbare a direcţiei găurii, precum şi pericolul formării în anumite situaţii a găurilor de cheie, mărind viteza de foraj şi scăzînd costurile. În anul 1953 Lubinski şi Wood au expus într-un studiu teoretic aspectele comportării prăjinilor grele în găuri înclinate şi cu stabilitate de direcţie. Lubinski şi Wood au recomandat în studiul lor, completat ulterior, folosirea de diametre mari de prăjini grele, într-o anumită aranjare în garnitura de prăjini, şi introducerea unui stabilizator cu o amplasare mai dinainte stabilită pe prăjinile grele. Această soluţie permite apăsări axiale sporite pe sapă fără pericolul de deviere a găurii sondei.

Stabilizarea corectă a garniturii de prăjini grele sporeşte sensibil viteza de foraj. Se descrie şi se comentează o nouă lucrare teoretică, recent încheiată, privind determinarea poziţiei optime pentru fiecare stabilizator, astfel încît acţiunea lor asupra stabilităţii direcţiei găurii de sondă poate fi maximizată.

Justificarea economică a folosirii corecte a stabilizatorilor este evidentă, mai ales la forajul cu diamante. Întocmirea unui ansamblu bun al garniturii de prăjini grele deasupra sapei a devenit o operaţie curentă şi astăzi nu se mai poate concepe forajul fără folosirea de stabilizatori.

Korol, M. M. **Cercetarea scurgerii lichidului prin orificiile dreptunghiulare a duzelor.** În : Maşinî i nefteanoe oborudovanie, nr. 5, mai 1973, p. 17—19.

Se prezintă valorile experimentale pentru coeficientul de debit de scurgere a lichidului prin orificiile dreptunghiulare determinate în funcţie de numărul lui Reynolds, de raportul între suprafaţa orificiului şi aceea a conductei şi de raportul între laturile orificiului, de asemenea şi valorile coeficientului de rezistenţă pentru duzele dreptunghiulare. Datele obţinute pot fi utilizate la calculul duzelor şi ajutajelor cu secţiune dreptunghiulară pentru perforarea cu jet abraziv, hidrocicloane şi altele.

Ahatov, S. N. ş.a. **Alegerea concentraţiei optime de luant pentru ţiţeiurile foarte parafinoase, ţinînd seama depunerile parafinei.** În : Transport i hranenie nefti i nefteproduktov, nr. 5, mai 1973, p. 11—13.

În literatura de specialitate se arată că utilizarea diluantului duce la o intensificare a depunerilor de parafină pe pereţii conductei. În lucrare se fac recomandări pentru alegerea concentraţiei optime de diluant, precum şi pentru stabilirea intervalelor de timp optime de lansare a curăţitoarelor. Se admit pentru aceasta unele aproximări, acceptabile în condiţiile practice de pompare, şi anume : grosimea depunerilor de parafină şi viscozitatea ţiţeiurilor sînt constante ; pomparea se face fără încălzire ; randamentul este independent de variaţia concentraţiei ; creşterea depunerilor nu depinde de durata pompării. Se prezintă cîteva exemple de calcul.

Babalov, M. A. **Determinarea debitului jetului de gaz arzînde după zgomotul produs.** În : Gazovaia promîşlennost, **18**, nr. 5, mai 1973, p. 10—12.

Studierea relaţiei dintre debitul jetului şi zgomotul care însoţeşte scurgerea jetului este legată de elaborarea procedeului acustic pentru determinarea debitului sondelor în erupţie liberă. În lucrare se prezintă rezultatele studierii zgomotului produs de jetul arzînd în cadrul regimurilor critice de scurgere. Înainte de aceasta, însă, procedeul acustic a fost încercat la determinarea debitului jetului de gaze neaprinse scurse în atmosferă cu viteză subsonică şi sonică.

Cercetările experimentale pentru studierea relaţiei dintre zgomotul jetului arzînd şi debitul său s-a efectuat pe poligoane speciale utilate cu sonde artificiale, la gura cărora s-au fixau tuburi cu flanşe de diferite diametre (de la 76 la 254 mm), prin care se scurgeau gazele cu debite variind de la 0,5 la 7,3 mil. m$^3$/zi.

Se prezintă formulele de calcul. S-a elaborat o nomogramă, care înlocuieşte calculele cu volum mare de muncă şi permite determinarea debitului erupţiei libere în diferite condiţii de măsurare şi scurgere.

La măsurare se recomandă plasarea microfonului sonometrului la distanţa de cel puţin 1,5 m de suprafaţa solului cu orientarea lui spre mijlocul zonei jetului, formînd un unghi de 90° între axa jetului şi direcţia măsurării. Totodată măsurările trebuie făcute în punctele unde semnalul măsurat depăşeşte cu peste 20 dbeli nivelul zgomotului de fond. Microfonul nu se plasează în preajma copacilor, a construcţiilor şi a altor obiecte cu dimensiuni mari.

Banatov, V. P. ş.a. **Fluide de circulaţie pentru traversarea stratelor cu presiune joasă a depozitelor subterane de gaze.** În : Gazovaia promîşlennost, **18**, nr. 5, mai 1973, p. 15—18.

La deschiderea orizonturilor zăcămintelor de gaze epuizate destinate să formeze rezervoare de gaze subterane, fluidului de circulaţie i se impun condiţii speciale, justificate de presiunile de strat sub cea hidrostatică. Astfel, el trebuie să aibă o filtraţie redusă şi să formeze pe pereţii sondei, mai ales în dreptul orizonturilor productive, o turtă subţire şi impermeabilă, ca să prevină pătrunderea în ele a particulelor disperse din faza solidă a fluidului şi să împiedice totodată influxul şi manifestările de apă şi gaze.

Se prezintă rezultatele utilizării fluidelor cu argilă şi cretă şi a cercetării fluidelor cu argilă, cu cretă şi cu argilă şi cretă tratate chimic cu reactivul poliacrilamidic de tipul RS-1 (soluţie apoasă de poliacrilamidă hidrolizată cu leşie în prezenţa polifosfaţilor).

Fluidele de circulaţie cercetate asigură creşterea indicatorilor de foraj, a calităţii consolidării găurilor de sondă şi menţinerea proprietăţilor colectoare a orizonturilor productive.

zenfeld, I. L. ş.a. **Comportarea aluminiului la unea corosivă sub diferite potenţiale catodice şi anodice.** Korroziia i zaşcita v neftegazovoi promîşlennosti, nr. 5, i 1973, p. 5—9.

Datorită faptului că aliajele de aluminiu încep să se folosească la forajul sondelor de ţiţei şi de gaze, este necesară dierea amplă a comportării aluminiului şi a aliajelor sale cei mai variaţi electroliţi, inclusiv în aceia în care ei, pînă ım, n-au fost folosiţi.

În lucrare se studiază relaţiile dintre vitezele de coroziune aluminiului şi valorile potenţialelor catodice şi anodice cu ctroliţii conţinînd anioni de clor şi iod. Se arată că pentru care electrolit există un domeniu de potenţiale în cadrul ruia pierderile prin coroziune sînt insignifiante. Depăşirea hitelor acestui domeniu, atît în sens catodic, cît şi anodic, duce o creştere bruscă a vitezei de coroziune. Viteza de coroziune aluminiului la diferite potentiale, pentru unul şi acelaşi ion, depinde în mare măsură şi de natura cationului.

În cazul polarizării catodice a aluminiului se produce efectul ferenţial negativ, care slăbeşte pe măsura deplasării potenalului spre negativare. Şi la polarizarea anodică se constată est efect, care însă creşte în mărime absolută la deplasarea sens pozitiv a potenţialului.

aakov, Îu. A. **Protejarea cu carcasă metalică a pomelor de adîncime cu tije.** În : Maşini i nefteanoe oborudovaie, nr. 5, mai 1973, p. 33—36.

Transportul pompelor de adîncime cu tije de la uzinele urnizoare la beneficiari trebuie să fie efectuat în aşa fel ca ă nu fie expuse la deteriorări şi să-şi păstreze intacte calitatea i fiabilitatea.

În lucrare se descrie împachetarea cu carcasă metalică a ompelor de adîncime aplicată pentru conservarea calităţii ompelor în timpul operaţiilor de încărcare-descărcare şi a ransportării lor. Încercarea a două modele experimentale de mpachetare a dovedit că această construcţie protejează ompele contra deteriorărilor metalice şi a încovoierilor, sigură aşezarea şi scoaterea simplă şi comodă a pompelor din mbalaj. Se prezintă parametrii principali ai carcasei metalice (lungime, lăţime, înălţime, greutate), care permit mbalarea în funcţie de diametrul pompelor de la 4 la 20 bucăţi.

Fertl, W. H. şi alţii. **Estimarea parametrilor de formaţiune a gresiei din Rotliegende în Marea Nordului.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 4, april. 1973, p. 128—131.

În ultimii ani platforma continentală a Mării Nordului s-a dovedit pentru Europa regiunea de cea mai mare perspectivă pentru ţiţei şi gaze naturale. Gresiile permiene din Rotliegende prezintă deosebit interes prin acumulările bogate de gaze şi extinderea vastă în Marea Nordului, Olanda şi R. F. Germania.

Cu toate că în Marea Nordului s-au forat cîteva sute de sonde, în literatura de specialitate există prea puţine comunicări privind caracteristicile petrografice şi fizice ale rocilor din Rotliegende. Recurgînd la măsurătorile electrometrice, carotajele mecanice şi datele de laborator existente de la sondele forate se încearcă să se estimeze parametrii de formaţiune a gresiilor purtătoare de ţiţei şi de gaze din Rotliegende. Se analizează şi se comentează corelaţiile permeabilităţilor, factorul de cimentare şi exponentul de saturaţie, greutate specifică, compresibilitatea gresiilor etc.

Grisogono, I. **Operaţiile de cimentare a coloanelor de burlane în caverne pentru depozitarea gazelor naturale la mare presiune.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 4, april. 1973, p. 132—136.

Fixarea coloanelor de burlane în cavernele executate în domurile de sare pentru stocarea de gaze naturale sub presiune mare necesită cimentări perfect etanşe la gaze pentru a exclude circulaţia acestora pe feţele de contact ciment-burlane şi ciment formaţiune, deoarece pe parcursul exploatării atît piatra de ciment, cît şi burlanele sînt supuse la eforturi mari ca urmare a variaţiilor de presiune şi de temperatură.

Pentru stocarea de gaze naturale la mare presiune firma Weser-Ems AG a executat caverne în domul de sare de la Huntorf, R. F. Germania. Cavernele de la Huntorf s-au realizat prin dizolvare, folosind două sonde cu adîncimi de circa 950 m. Se prezintă condiţiile şi măsurile luate pentru ca operaţiile de cimentare să asigure o perfectă aderenţă a pietrei de ciment. Pentru a obţine suprafeţe mai rugoase s-a aplicat pe pereţii exteriori ai burlanelor un strat subţire de răşină-nisip. Pe filetele burlanelor s-a aplicat o pastă specială de blocare pentru mărirea etanşeităţii la gaze, iar la tubare s-au folosit centrori şi momente de înşurubare optime. S-a acordat mare atenţie compoziţiei pastei de ciment, aditivilor folosiţi şi tehnicii de plasare a pastei de ciment în spaţiul inelar. Se arată programul de tubare a coloanelor şi se descrie desfăşurarea operaţiei de cimentare.

Ait-Laoussine, N. **Dezvoltarea gazelor naturale lichefiate în Algeria.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 3, mart. 1973, p. 65.

Pe piaţa internaţională Algeria este ţara cu cel mai activ comerţ de gaze lichefiate. Instalaţia de la Arzew, în exploatare din 1964, este prima instalaţie de gaze naturale lichefiate din lume construită pentru exportul regulat. În ultimii şase ani exportul pentru Franţa şi Anglia a înregistrat o medie anuală de 53 mrd. cft (circa 1,5 mrd. $m^3$).

Exportul de gaze naturale lichefiate va creşte foarte mult în viitor. Astfel, primele trei conducte de transportul gazelor naturale la instalaţia de lichefiere de la Skikda vor mări mult volumul exportului pentru Franţa, Spania şi S.U.A. A patra conductă de gaze este în construcţie în prezent. Recent o serie de firme americane şi europene au semnat contracte, care urmează să fie aprobate de autorităţile algeriene şi care vor mări volumul necesar de gaze naturale la 900 mrd. $m^3$. Acest volum de gaze implică alte două conducte de gaze naturale spre Skikda, construirea a încă trei instalaţii noi de lichefiere şi 13 metaniere de transport fiecare de cîte 125 000 $m^3$. Se estimează că valoarea acestor investiţii se ridică la 2,5—3,2 mrd. dolari. Aceste eforturi financiare cer garanţii pentru o piaţă stabilă şi asigurări pentru fluctuaţiile monetare.

Tavana, M. **Estimarea economică a exportului de gaze naturale lichefiate de la Kharg din Iran pentru Japonia.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 3, mart. 1973, p. 65.

Studiile tehnico-economice au pus în evidenţă posibilitatea exportului de gaze naturale din Iran în Japonia. Lucrările cuprind construirea la Kharg a instalaţiei de lichefierea gazelor naturale, transportul pe conductă a gazelor pînă la instalaţia de lichefiere şi construirea pentru încărcarea metanierelor de mare tonaj a unei staţii terminale pe insula Kharg, unde sînt condiţii optime în cea ce priveşte adîncimea apei, clima şi apropierea de rezervoarele de depozitare a gazelor lichefiate.

Pentru exportul în Japonia a 4,0 mil. t/an de gaze naturale lichefiate ar fi necesare şapte metaniere fiecare de 125 000 $m^3$. Statul iranian oferă garanţii pentru rezervele de gaze, personalul de supraveghere de specialitate şi protecţia investiţiilor străine şi a beneficiilor respective.

*** **Construirea la Maasvlakte în Olanda a unei instalaţii de lichefierea gazelor naturale.** În : Gas Abstracts, **29**, nr.3, mart. 1973, p. 67.

Societatea N. V. Nederlandse Gasunie are în program construirea unei instalaţii de lichefiere a gazelor naturale la Maasvlakte în vederea acoperirii cererilor de vîrf în cursul iernii. Se prevede o capacitate de lichefiere de 530 000 cft/oră (circa 15 000 $m^3$/oră), două rezervoare de depozitarea gazelor lichefiate de 2 mil. cft (circa 57 000 $m^3$), un rezervor de 560 000 cft (circa 16 000 $m^3$) pentru azot lichid şi 6 vaporizatoare cu o capacitate de 17,6 mil. cft/oră (circa 500 000 m ). Se dau unele detalii asupra construcţiei rezervoarelor şi asigurării cu energie a instalaţiilor. În perioadele de vîrfuri de consum gazele naturale lichefiate şi azotul lichefiat, se regazeifică, se amestecă într-o proporţie convenabilă şi se predau conductei de distribuţie.

***Australia planifică executarea unei vaste rețele de conducte de gaze. În : Petroleum Review, **27**, nr. 316, apr. 1973, p. 125.

În Australia statul are în planul de dezvoltare construirea unui sistem național de conducte pentru aprovizionarea cu gaze a tuturor regiunilor principale ale țării. Acest sistem de conducte va lega zona Sydney cu cîmpul de gaze de la Gidgealpa din bazinul Cooper în Australia de sud. Conducta se va extinde de la Gidgealpa spre cîmpul de gaze de la Palm Valley în bazinul Amedeus pe Teritoriul de Nord. De aici traseul va continua spre Dampier pe coasta de nord-vest a Australiei pentru a folosi resursele de gaze de pe platforma continentală. Conducta pe traseul propus va putea să traverseze regiunea Pilbara în Australia de vest. O ramificație de conductă va deservi Teritoriul de Nord. Ulterior se vor putea face extinderi pentru Queensland și Victoria de la cîmpurile de gaze naturale din strîmtoarea Bass.

Uzinele de țevi din Australia au început deja fabricarea de țevi pentru conducta magistrală din Australia de sud spre Sydney.

*** **Producția de gaze naturale în U.R.S.S.** În : Petroleum Review, **27**, nr. 316, april. 1973, p. 125.

U.R.S.S. a planificat pentru anul 1973 o producție de gaze naturale de 238 000 mil. $m^3$, ceea ce reprezintă un spor de 7,7% față de 1972. Exploatarea zăcămintelor bogate în gaze din vestul Siberiei, sudul Uralilor și Asia centrală este în plină dezvoltare. Lucrările de construirea conductei magistrale pentru transportul gazelor din Siberia de vest pentru zona europeană a țării au ajuns la Urali și continuă.

Pentru anul 1975 U.R.S.S. a planificat o producție de gaze naturale de 320 000 mil. $m^3$.

Dupree, G. jr și West, J. A. **Energia în S.U.A. pînă în anul 2000**. În : Gas Abstracts, **29**, nr. 3, mart. 1973, p. 60.

După un studiu elaborat de Departament of Interior se ajunge la concluzia că consumul de energie în S.U.A. va crește de la 68,9 cuadril. Btu ($68{,}9 \times 10^9$ mil. Btu) cît a fost în 1971 la 191,9 cuadril. ($191{,}9 < 10^9$) în anul 2000. Sursele principale de acoperire în anul 2000 vor fi : petrolul (71,4 cuadril. Btu), centralele nucleare (49,2 cuadril.), gazele naturale (34,0 cuadril.), cărbunele (31,4 cuadril.) și centralele hidroelectrice (5,9 cuadril). Petrolul cu o cotă de 30,5 cuadril. Btu în 1971 și gazele naturale cu 22,7 cuadril. Btu în 1971 rămîn sursele principale de acoperire a balanței energetice la care se adaugă energia nucleară cu o creștere de la 0,2 cuadril. Btu în 1971 la 49,2 cuadril. Btu în anul 2000. Creșterea aceasta atît de substanțială a energiei nucleare va fi posibilă numai dacă se vor realiza reactoare de tip îmbunătățit.

*** **Programul firmei Shell pentru exploatarea marină a țițeiului la adîncimi mari de apă**. În : Erdöl-Erdgas-Zeitschfrit, **89**, nr. 4, april. 1973, p. 161—166.

Programul activității de foraj și extracție al firmei Shell în apele britanice ale Mării Nordului cuprinde și dezvoltarea cîmpului de țiței de la Brent (180 km nord-est de insulele Shetland) și a cîmpului de țiței de la Auk (mai la sud de Brent în fața coastei scoțiene la 250 km).

Condițiille de lucru de la Brent sînt deosebit de grele, din cauza adîncimii apei (peste 140 m), a vînturilor puternice și a valurilor care pe furtună ating 27 m înălțime. Rezervele zăcămîntului sînt estimate la 130 mil. t țiței, producția inițială în 1975/76 va fi de 5 mil. t/an și va crește pînă în 1978 la maximum 15 mil. t/an. Investiția se va ridica la 2 700 mil. DM. Se descriu succint metodele de exploatare, platformele de producție ce se vor folosi, echipamentul de extracție montat pe fundul mării și noul tip de depozit de stocare plutitor.

La Auk, unde zăcămîntul este modest, intrarea în productie este prevăzută pentru anul 1974, iar volumul maxim de 2 mil. t/an va fi atins în 1975.

*** **Metode sovietice de construcție a conductelor de diam mari**. În : Gas Abstracts, **29**, nr. 3, mart. 1973, p. 62.

În U.R.S.S. transportul gazelor naturale pe distanțe fo mari a condus la introducerea de conducte de diametre m presiuni mai ridicate de regim și compresoare de puteri rite. Se construiesc în actualul cincinal conducte cu diam de 48 in și 56 in și presiuni de regim de 1 066 psi (circa 75 Pentru viitorul cincinal presiunile de transport vor cr pînă la 1 706 psi (circa 120 at).

Compresoarele centrifugale de la stațiile principale cu pacități de 494,5—1 060 mil. cft/zi (circa 14—30 mil. m sînt acționate cu turbine de 5 360, 6 700, 8 040 CP. Pen conductele de 56 in diametru s-au realizat și compreso de 21 400 și 33 500 CP.

În scopul combaterii încălzirii gazelor în regim ridi de presiune se folosesc echipamente de răcire montate avalul compresoarelor. Cercetătorii sovietici întrevăd că t nologia și tehnica transportului pe conductă a gazelor nat rale lichefiate se va putea practica în următorii 10—15 a pentru distanțe mari.

*** **Costul protejării mediului înconjurător**. În : Petroleu Press Service, **XL**, nr. 6, 1973, p. 206.

Preocupările, din ce în ce mai intense, pentru conservar mediului înconjurător, duc la o creștere a cheltuielilor indu triei petroliere pentru combaterea poluării și a zgomotulu După o estimare recentă, societățile petroliere internaționa cheltuiesc aproape 10% din investiții pentru conservar mediului înconjurător.

Un studiu efectuat de Institutul american de petrol di S.U.A., care a luat în considerare 85% din capacitatea d rafinare a arătat că numai cheltuielile pentru protejare aerului și apei au crescut de la 270 mil. dolari în anul 196 la 1000 mil. dolari în anul 1972. Pentru acest an, cheltuielil au fost estimate preliminar la 1200 mil. dolari, dintre car mai mult de 1000 mil. dolari pentru conservarea aerului și apei și restul pentru restaurarea solului, distrugerea deșeurilo solide și combaterea zgomotului. Bugetul Institutului ameri can de petrol pentru cercetări privind ameliorarea și protej rea mediului înconjurător a totalizat 4,9 mil. dolari pentru un an, din care 1 720 000 dolari pentru cercetări asupra pierderilor de petrol și 2 580 000 pentru controlul gazelor d eșapare de la autovehicule.

Se estimează că industria din S.U.A. va trebui să cheltuiască în ansamblu, 950—1000 dolari pe an pentru a satisface reglementările care vor intra în vigoare peste doi ani privind poluarea atmosferică, afară de cheltuielile pentru reducerea eșapamentelor la autovehicule.

De exemplu, Exxon Corporation a cheltuit 1,2 miliarde dolari în anul 1966 pentru conservarea mediului înconjurător, din care două treimi în S.U.A. (din care 25% numai pentru desulfurare). În anul 1972, cheltuielile acestei societăți pentru conservarea mediului înconjurător au fost de 300 mil. dolari, deci 9% din investiții, față de 3% în anul 1966, și acest procent va crește continuu.

Pentru îmbunătățirea în rafinării, Royal Dutch Shell a cheltuit în anul 1972 peste 65 mil. lire pentru conservarea mediului înconjurător, dintre care peste 40 mil. lire în investiții 20 mil. lire în costuri de producție și 5 mil. lire, cercetări. Atenția societăților petroliere este concentrată în special în ultimii ani asupra eliminării sulfului din carburanți. Unele guverne pregătesc legi pentru eliminarea sau reducerea conținutului de plumb din carburanți, ceea ce va antrena noi cheltuieli.

În prezent nu se proiectează și nu se construiește nici o rafinărie fără o uzină de tratare a efluenților, fără instalații de recuperare a sulfului și de ardere a deșeurilor toxice și rău mirositoare. Rafinăriile folosesc, de asemenea, răcirea cu aer și cu apă cu recircularea apei, în loc de enormele cantități de apă folosite anterior în acest scop.

Două exemple vor ilustra repercursiunile financiare ale unei astfel de măsuri ; unul privind o rafinărie nouă, și altul un program de îmbunătățire. Noua rafinărie cu o capacitate de 12 000 t/zi care se construiește la Milford Haven, care va fi

dată în funcțiune la sfîrșitul acestui an, a costat 2 mil. de lire sterline mai mult de cît una construită acum 10 ani, numai datorită instalațiilor complexe de protejare a mediului înconjurător privind eliminarea sulfului, epurarea apelor de lest din tancurile de petrol, a apelor de tratare și a apei de ploaie care cade pe rafinării, reducerea cu 50 d s a zgomotului și integrarea pe cît posibil în peisajul înconjurător. Această cheltuială suplimentară reprezintă 6,7% din totalul de 30 mil. investiții în noua rafinărie.

În S.U.A., s-a terminat programul de ameliorare în doi ani, care a costat 24 mil. dolari, a rafinăriei de la Whiting, cuprinzînd construirea a două unități de eliminare a sulfului. un incinerator fără fum al deșeurilor lichide, o unitate de epurare a apei de tratare, capace mobile flotante pe rezervoarele de stocare pentru a suprima evaporarea benzinei și o unitate de finisare cu hidrogen a motorinelor grele care elimină emanațiile datorită tratării cu acid pe care o înlocuiește.

În prezent toate societățile petroliere sînt supuse la reglementări uniforme, pentru ca societățile care sînt conștiente de faptul că trebuie să protejeze mediul înconjurător să nu fie lăsate din punct de vedere al concurenței.

# INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

● **Întreprinderea sovietică de comerț exterior Technoexport** va furniza materialul necesar exploatării zăcămîntului de petrol de la Narh'Umar, în sudul Irakului. În anul viitor acest zăcămînt urmează să producă 1 500 000 t/an.

● **Un nou institut pentru studiul conductelor de transport al petrolului din U.R.S.S.**, înființat la Kiev, a început studiile preliminare pentru a treia conductă „Drujba".

● **Geologii consilieri** de Golyer și Mc Naughton estimează că rezervele recuperabile dovedite și probabile din structura North Rankin de pe platforma continentală australiană de nord-est sînt de 221 200 mil. m³, pe cînd estimarea efectuată de Woodside Burmah la sfîrșitul anului trecut era de 284 950 mil. m³.

● **O asociație pentru prospectarea subsolului** a fost creată în Groenlanda de către Groenland Exploration Management Co. Inc. ca operator, Umen (filiala canadiană a Uniunii miniere), International Mogul Mines și Ram Petroleum Inc., pentru explorarea a două concesiuni meridionale, la capul Farewall.

● **În Canada** s-a descoperit un nou zăcămînt de petrol comercial exploatabil la sonda Edward nr. 6—6, la circa 100 km la nord-est de Edmonton.

● **În regiunea Burgos din Spania** s-au efectuat noi forări la Escala, într-un zăcămînt apropiat de Lora, de unde se extrag 300 t/z din 22 de sonde.

● **Chevron Oil** a descoperit un zăcămînt important de gaze naturale în insula South Marsh în largul coastelor Luisianei, în S.U.A.

● **Skelly Oil** a obținut 145 000 m³/zi gaze naturale de la o adîncime de circa 6 000 m în Texasul Occidental, la 40 km la vest de Monahans.

● **În anul 1972** s-au forat în Libia circa 167 000 m reprezentînd 65 sonde, dintre care 27 productive.

● **Guvernul din Marea Britanie** a aprobat construirea unei rafinării de 4 mil. t/an capacitate pe insula Canvey care va costa circa 47 mil. lire sterline. Tot pe insula Canvey se va construi și o rafinărie cu o capacitate de 6 mil. t/an pentru Occidental Petroleum.

O firmă americană a prezentat propuneri pentru construirea unei rafinării cu o capacitate de 15 mil. t/an, în insulele Shetland, pentru rafinarea petrolului din Marea Nordului. Este cunoscut însă faptul că marile societăți petroliere care operează în apele scoțiene consideră insulele Shetland mai potrivite pentru depozitare și transbordare decît pentru rafinare.

● **Noua rafinărie din Israel** situată în portul mediteranian Ashdod a intrat în funcțiune cu o capacitate de 4 mil. t/an.

În curînd vor începe lucrările de modernizare a rafinăriei de la Haifa prin care se va extinde capacitatea acestei rafinării de la 6 la 11 mil. t/an și care vor costa 120 mil. dolari.

● **Compania națională iraniană de petrol** anunță că producția de petrol în Iran în anul 1972 a fost furnizată de 323 sonde forate în 28 de zăcăminte. Exportul de petrol a atins în medie 600 000 t/zi.

● **În Birmania** s-au găsit gaze naturale, în cantități comercializabile, în largul estuarului fluviului Irrawady.

● **Producția de petrol a Algeriei** va atinge probabil în acest an 56 mil. t (față de 53 mil. t în anul 1972), iar cea de gaze naturale 9,4 miliarde m³.

Investițiile societății Sonatrach vor fi în acest an de 12 miliarde dinari (cu 24 % mai mult față de anul 1972).

● **În Angola** s-au produs anul trecut 7 mil. t petrol față de 5 720 000 t în anul 1971, ceea ce reprezintă o valoare de 3 362 mil. escudos (față de 2282 mil. în anul 1971).

● **În S.U.A.**, producția zăcămîntului situat în blocul 270 în largul coastelor occidentale ale Louisianei s-a dublat, ajungînd la 11 200 000 m³/zi gaze naturale și 300 t/zi condensate față de cea inițială de 5 600 00 m³/zi gaze naturale și 150 t/zi condensate.

● **Capacitatea de rafinărie a Braziliei** va fi mărită cu 22 500 000 t/an în cursul viitorului cincinal pentru a putea asigura consumul intern. Construcția a două rafinării precum și extensiunea a altor două vor mări capacitatea de rafinare a acestei țări de la 39 500 000 t/an în prezent la 64 000 000 t/an.

● **Întreprinderea de stat norvegiană Statoil** a încheiat un acord cu Phillips Petroleum prin care se înființează societatea pentru conducte de transport al petrolului și al gazelor naturale Norpipe, cu un capital de 384,3 mil. coroane, filială constituită în părți egale de Statoil și de Phillips. Această societate va construi și exploata conductele de transport al petrolului și gazelor naturale provenite din zăcămîntul de la Ekofisk. Conducta de transport al petrolului care va intra în funcțiune anul viitor va ajunge la Teeside, pe coastele Angliei iar cea de gaze naturale, care va intra în funcțiune peste doi ani, la Emden.

Costul lucrărilor este de 5,2 miliarde coroane, dintre care 4,30 miliarde pentru ecțiunea norvegiană.

s

● **Societatea Exxon Co.** va mări capacitatea sa de rafinare din S.U.A. cu 30 %, pînă la peste 75 mil. t/an. Cea mai mare parte din investiții, care se vor ridica la 400 mil. dolari, va fi consacrată rafinăriei de la Baytown în Texas, a cărei capacitate va fi mărită de la 17,5 la 30 mil. t/an. Pînă la sfîrșitul anului viitor Exxon va mări cu 5 mil. t/an capacitatea rafinăriilor de la Baton Rouge (Louisiana) și Bayway (New Jersey).

● **Motor oil Nellas din Grecia** a comandat Societății Capper — Neill International nouă rezervoare pentru extinderea rafi-

năriei de la Corint, dintre care trei rezervoare pentru petrol brut și șase rezervoare pentru produse finite, reprezentînd o capacitate globală de 500 000 m³. Costul acestor rezervoare este de 2 mil. lire sterline.

● **Erdöl Raffinerie Mannheim** din Republica Federală Germania a încredințat lui Lurgi construirea unei a doua unități de reformare în rafinăria sa de la Mannheim cu o capacitate inițială de 320 000 t/an (care va fi mărită ulterior la 500 000 t/an), care va fi dată în funcțiune în anul viitor.

Această unitate construită pentru a fabrica produse corespunzătoare recentelor specificații germane privind poluarea, va utiliza procedeul I F P.

● **Guvernele Irakului și Turciei** au încheiat un acord pentru studierea construirii unei conducte de transport al petrolului și a unei conducte de transport al gazelor naturale între nordul Irakului și Turcia. Cele două conducte care vor avea o lungime de 900 km, ar urma să ajungă, prima la Dortyol, pe țărmul Mediteranei și cea de-a doua la Batman în sud estul Turciei. Prima care va costa 350—380 mil. dolari ar urma să aibă o capacitate inițială de 25 mil. t/an, care ar fi ulterior mărită la 35 mil. t/an. Cea de-a doua care va costa 90—150 mil. dolari ar urma să aibă o capacitate de 2 miliarde m³/an.

● **Texaco — Canada Ltd.** va construi la Ontario, în Canada, o rafinărie cu o capacitate de 6500 t/an care va costa 200 mil. dolari. Această rafinărie va fi situată pe malul de nord al lacului Erie. Rafinăriile societății Texaco din Halifax și din Edmonton vor fi mărite.

S. O. California va investi 140 mil. dolari pentru extinderea rafinăriei de la Richmond (California). Se proiectează construirea unei unități de distilare cu o capacitate de 3 500 000 t/an, a două unități de desulfurare și a unei unități de producere a benzinei cu conținut redus de aditivi cu plumb.

● **În Peru** se proiectează construirea unei conducte de transport al petrolului care va lega pădurea din zona Amazoanelor cu Oceanul Pacific. Conducta ar urma să aibă o lungime de 900 km de la bazinul Amazoanelor pînă la Bayovar, la nord de Lima. Costul lucrărilor este de 350 mil. dolari.

● **Conform estimărilor societății Royal Dutch — Shell**, producția de petrol din Marea Nordului nu va acoperi mai mult de 10% din consumul Europei Occidentale peste 15 ani. Rezervele de petrol brut recunoscute și recuperabile estimate între 1 și 2 miliarde t vor ajunge în cel mai bun caz la 500 mil. t la acea dată.

● **Importul de petrol în S.U.A.** a fost în anul 1972 de 110 mil. t, față de 780 mil. t în anul 1971 și 43 mil. t în anul 1956. Canada este primul furnizor de petrol al S.U.A. cu un total de 40 mil. t. Pe locul doi se situează Venezuela cu 12 mil. t, apoi Nigeria (11 mil. t), Arabia Saudită (82 mil. t), Indonezia (7,5 mil.t,) Iranul (6,5 mil. t), Libia (5 mil. t), Algeria (4 mil. t) și Kuweit (1,6 mil. t).

Rafinăriile din S.U.A. au tratat 5,40 mil. t petrol brut, față de 500 mil. t în anul 1971.

● **ENI**, întreprinderea de stat din Italia, a încheiat un acord cu Vietnamul de Nord pentru a efectua lucrări de prospectare în Golful Tonkin. ENI va investi minimum 8—11 mil. dolari în cinci ani și va participa la formarea de tehnicieni vietnamezi.

Se studiază construirea în Coreea de Sud a unei rafinării cu o capacitate de 5—10 mil. t/an care ar lucra pentru export.

● **În Marea Britanie**, în anul 1972, consumul de produse petroliere a atins 110 mil. t (cu 6,6% mai mult decît 102 486 000 t în anul 1971). În anul 1971 consumul a crescut cu 0,9% față de anul 1972. Consumul de benzină a totalizat 156 647 000 t (mai mult cu 6,2% decît în anul 1971), acela al motorinei diesel 14 900 t (cu 22,2% mai mult decît în anul 1971), iar cel de păcură, 40 654 000 t (mai mult cu 5% decît în anul 1971).

Consumul de benzine grele a scăzut cu 3% față de anul 1971.

● **Două societăți Japoneze**, Mitsuri și Toyo Engineering, au încheiat un acord cu societatea de Stat Pyanma Oil, din Birmania pentru construirea unei rafinării cu o capacitate de 7 000 t/zi la Syriam, în apropiere de Rongoon.

● **Institutul American** de petrol a raportat o creștere de 5,6% a numărului de sonde forate în S.U.A. în anul 1972. Dacă se exclud carotajele, s-au forat 27 291 sonde reprezentînd o adîncime totală de 44 150 000 m față de 25 851 sonde forate în anul 1971, totalizînd 40 750 000 m, dintre care 11 306 sonde de petrol (—4,1% față de anul 1971) și 4 928 de gaze naturale (+28,5% față de anul 1971). Numărul sondelor neproductive a crescut cu 9,8% ajungînd la 11 306.

● **Grupul Delhi Santos** a cerut Guvernului australian un permis pentru exportul de gaze de sondă lichefiate din zăcămintele din Bazinul lui Cooper, care vor fi transportate prin conducte pînă la Port Stanvrac.

● **Producția de gaze** naturale în Republica Federală Germania a atins (inclusiv gazele de sondă) 17 688 mil. m³. Se prevede că această producție se va stabiliza în următorii doi ani la 19 000 mil m³/an.

● **Sondele** de exploatare efectuate în zăcămîntul Viking din Marea Nordului au dus la o evaluare în scădere față de cea inițială a rezervelor acestui zăcămînt.

● **În Iran**, Grupul Iminoco a descoperit un al treilea zăcămînt de petrol, în largul Golfului Persic, denumit Alpha, unde s-a obținut 240 t/zi. Producția celor două zăcăminte existente, Rostarn și Rakhsh a fost în anul 1972 de 8 500 t/zi.

● **Atlantin Richfield** și Oil Shale Corporation, după mai bine de patru ani de cercetări, și o cheltuială de 24 mil. dolari, au declarat că vor începe exploatarea primei instalații comerciale de șisturi bituminoase din S.U.A. din terenuri proprietate particulară, situate în Bazinul Piceance în vestul statului Colorado.

Sohio a reunit un grup de 12 societăți pentru a studia o nouă metodă de recuperare a hidrocarburilor din șisturi bituminoase, metodă dezvoltată de Paraho Corporation din Denwer; s-a propus un program de încercări de 30 luni care vor costa 7,5 mil dolari.

● **Primele zăcăminte** de gaze naturale din Australia, Moonie și Alton, situate în Sudul Queenslandului, au devenit în prezent proprietatea statului.

● **Producția de petrol** brut în anul 1972 în Arabia Saudită a crescut cu 26,5% atingînd 280 mil. t. Producția totală a Arabiei Saudite se ridică în prezent la un mil. t/zi.

● **În Australia** se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 9 000 t/an care va fi situată probabil la Newcastle, în Noua Galie de Sud.

● **O rafinărie** cu o capacitate de 70 000 t/zi va fi construită în Japonia în apropierea insulei Amami, între Kyushu și Okinawa, pe o insulă nelocuită. Lucrările vor costa 150 mil. Yeni, dintre care un sfert va fi absorbit de instalațiile contra poluării mediului înconjurător.

● **Se proiectează** construirea în Iran a unei noi rafinării, cu o capacitate de 12 000 t/zi, la Tabriz. Alte proiecte importante pentru mărirea capacității de rafinare, cuprind noua rafinărie de 6 000 t/zi capacitate de la Shiraz și extinderea aceleia de la Teheran a cărui capacitate va crește de la 14 000 la 20 000 t/zi în anul viitor.

Revista PETROL și GAZE. Redacția: București, Calea Plevnei, 139, telefon 49.22.60 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. telefon 49.22.60 Calea Plevnei 139 cont 640 302-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I.P.I. c. 3047

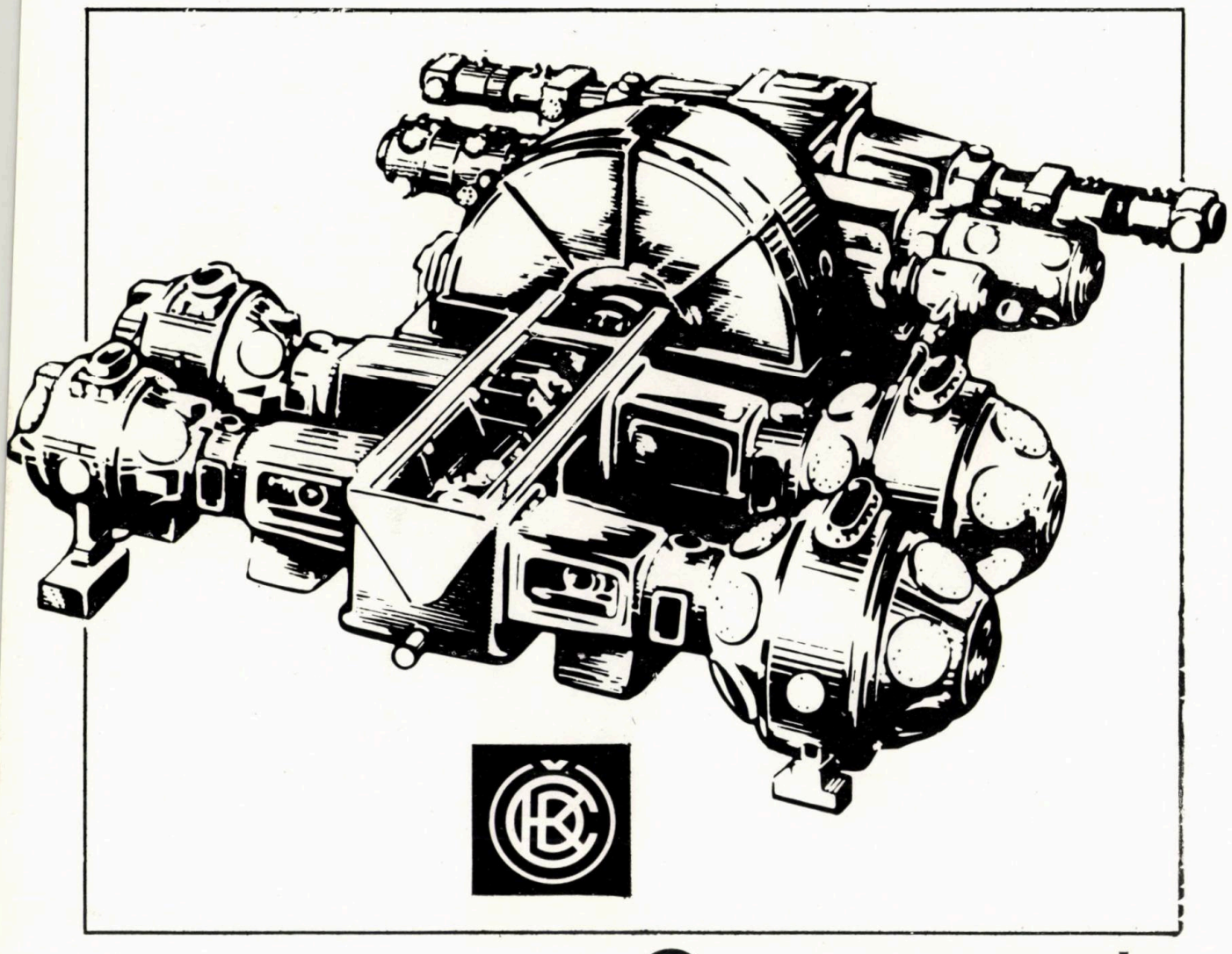
14 330



ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

# Avantaje de mare importanţă

- 55% greutate redusă, în comparaţie cu compresoarele orizontale;
- 50% reducere la suprafaţa de construcţie, în comparaţie cu compresoarele clasice;
- cheltuieli scăzute pentru construcţii;
- control automat al producţiei;
- sistem de semnalizare garantat şi echipament de securitate;
- balanţa perfectă, asigurînd o înaltă eficienţă mecanică;
- uşor accesibile din orice parte.



# Compresoarele cu balanţe opuse

în variante cu două, patru, şase şi opt cilindri pentru un randament de pînă la 40 000 $m^3/h$ şi o presiune înaltă de pînă la 400 $kg/cm^2$.

SE EXPORTĂ PRIN:

**pragoinvest**

P.O.B. 890 PRAGA 9 CEHOSLOVACIA

PRODUCĂTOR:

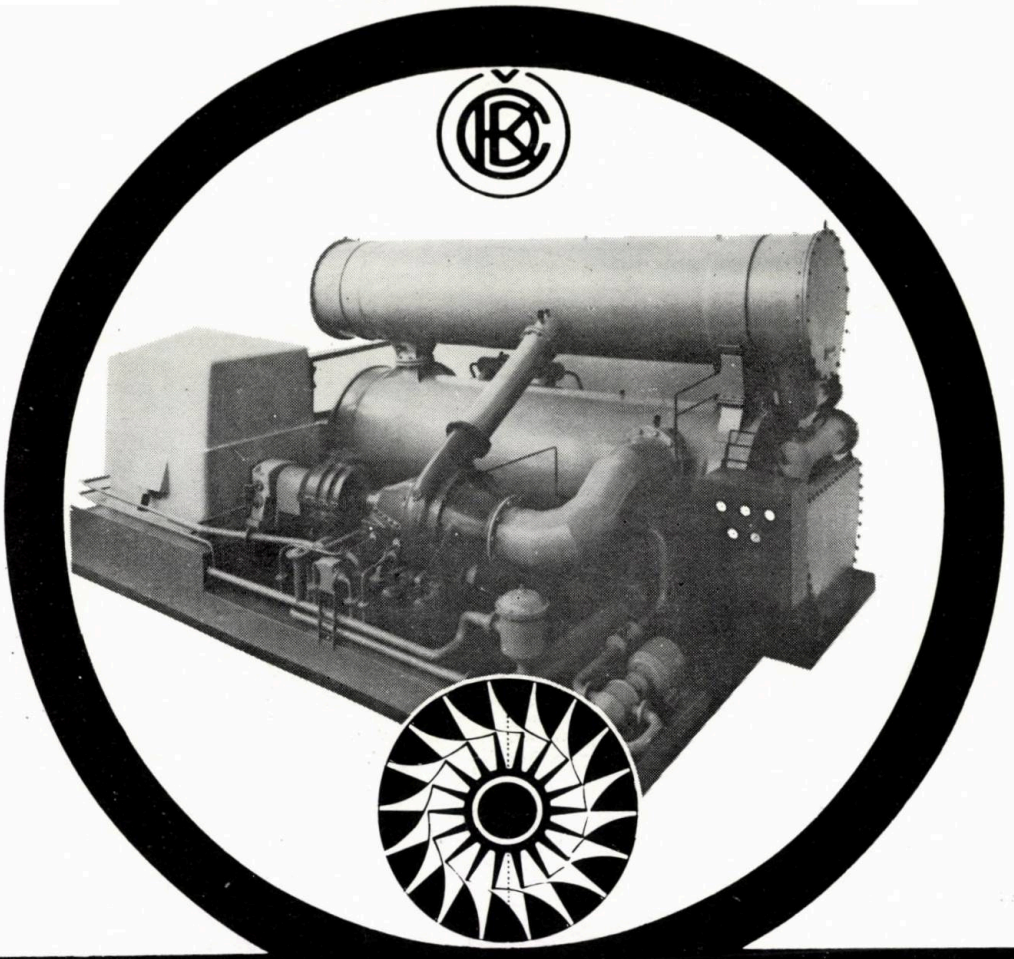
**ČKD PRAHA**

UZINELE DE COMPRESOARE

PUBLICOM

# INSTALAȚIE DE CONDIȚIONARE A AERULUI FUNCȚIONEAZĂ IREPROȘABIL,

**dacă echipamentele frigorifice au o bună funcționare.**
**Producător de astfel de instalații — ČKD PRAGA**
**Exportator: PRAGOINVEST**



*TURBOAGREGATELE FRIGORIFICE ČKD, tip OTB*

sînt destinate în special răcirii apei în instalații de condiționare a aerului și altor scopuri asemănătoare în secțiile tehnologice din industria chimică. Ele se compun dintr-un turbocompresor cu sistem de ulei înglobat, un dispozitiv tubular de lichefiere și un dispozitiv de prelichefiere. Turbocompresorul este acționat prin intermediul unui angrenaj planetar de către un motor electric asincron.

Presetupele ermetice speciale, produse de ČKD, asigură atît în regim dinamic, cît și staționar, o etanșeitate perfectă a compresorului. Fiecare turboagregat frigorific se livrează cu următoarele dispozitive auxiliare :

— instalație de aerisire individuală cu funcționare automată ;
— uscător al agentului frigorific ;
— sisteme de reglaj, de măsurat și de control, care asigură pornirea automată a agregatului, reglarea capacităților de răcire în intervalul de 35—100% și oprirea agregatului în cazul unei devieri de la parametrii stabiliți :

Capacitatea de răcire...6 000 000 kg cal/h (pentru agentul de răcire R 12)
Agent de răcire..... R 11/$CCl_3F$/sau R 12/$CCl_2F_2$
Răcirea apei ..... de la 12—6 °C

Montarea turboagregatului se realizează pe un simplu soclu de beton fără a necesita o fundație specială.

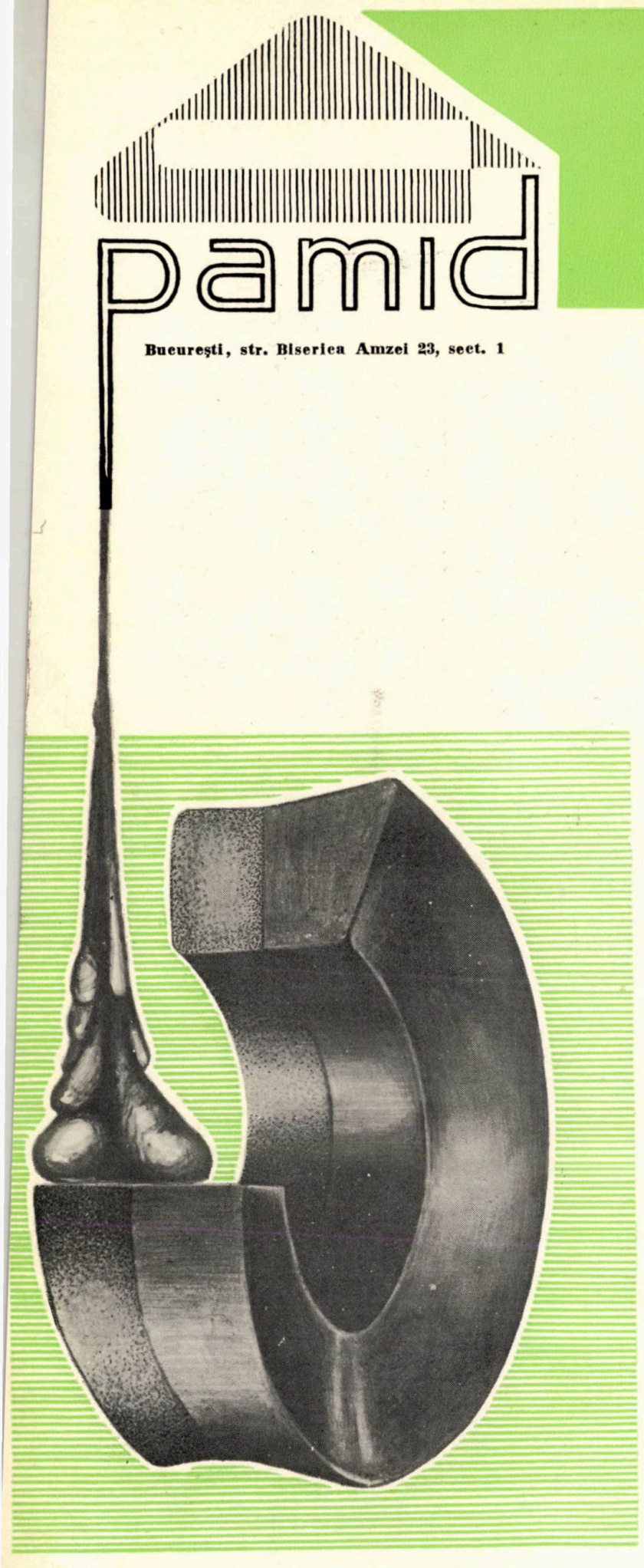
Producător: ČKD — PRAGA, Uzina de compresoare

**pragoinvest**

Informații suplimentare se pot obține prin firma exportatoare de turboagregate frigorifice tip OTB—Întreprinderea de Comerț Exterior PRAGOINVEST, Českomoravská 23, PRAGA 9—CEHOSLOVACIA

pamid

**București, str. Biserica Amzei 23, sect. 1**



## *EXECUTĂ:*

### GARNITURI PENTRU POMPELE DE NOROI ȘI INSTALAȚIILE DE FORAJ

- garnituri amovibile ale pistoanelor mission pentru pompele de noroi
- garnituri pentru scaun supapă (146 × × 177 × 29 mm)
- inel supapă (146 × 11 × 21 × 11 mm)
- garnituri pentru cap hidraulic de 300 t (117,5 × 88,9 × 11 mm)
- garnituri etanșare coloană
- ștergătoare de prăjini
- manșoanele protectoare pentru prăjinile de foraj

### GARNITURI PENTRU INSTALAȚIILE DE EXTRACȚIE ȚIȚEI ȘI GAZ METAN

- garnituri etanșare (69 × 30 × 14; 69 × 32 × × 14; 69 × 38 × 14)
- garnituri cap coloană pentru pistonat fluide (tip OIL Sever — 60 × 18 × 20; 60 × 7 × × 20; 60 × 12 × 20; 60 × 16 × 20 mm)
- garnituri cu discuri multiple (tip guiberson)

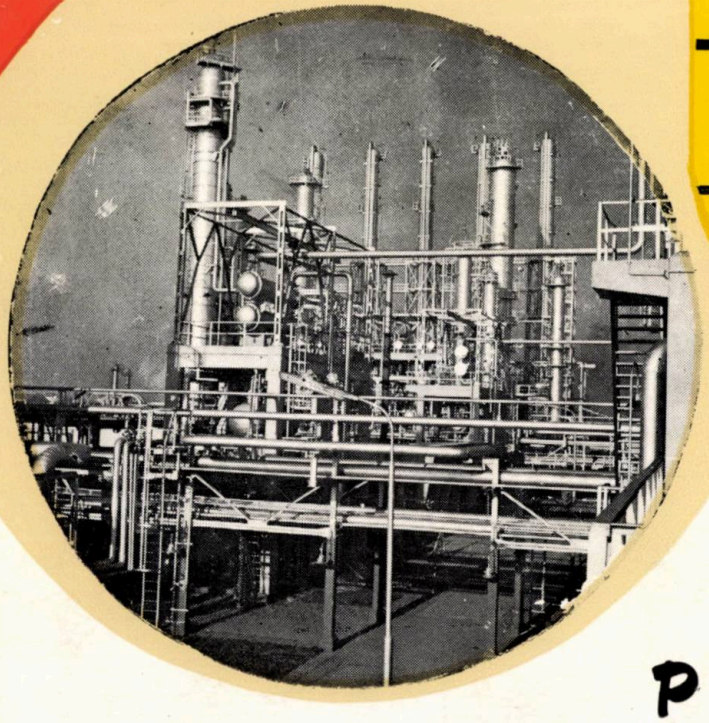
### GARNITURI PENTRU AGREGATE DE CIMENTARE

- clapeți pentru A.C. — 300 (109 × 90 × 19 mm)
- garnituri din cauciuc pentru etanșare la A.C. — 400 (76 × 58 × 15 mm) la A.C — 500 (120 × 90 × 15; 115 × 75 × 20; 110 × 52 × × 14 mm)
- garnituri plunger

### GARNITURI PENTRU TRACTOARELE GRELE ȘI MOTOARELE DIESEL DE LA INSTALAȚIILE DE FORAJ

- cuplaje subțiri și groase pentru tractorul S80 — 100
- burduf diferențial Tatra

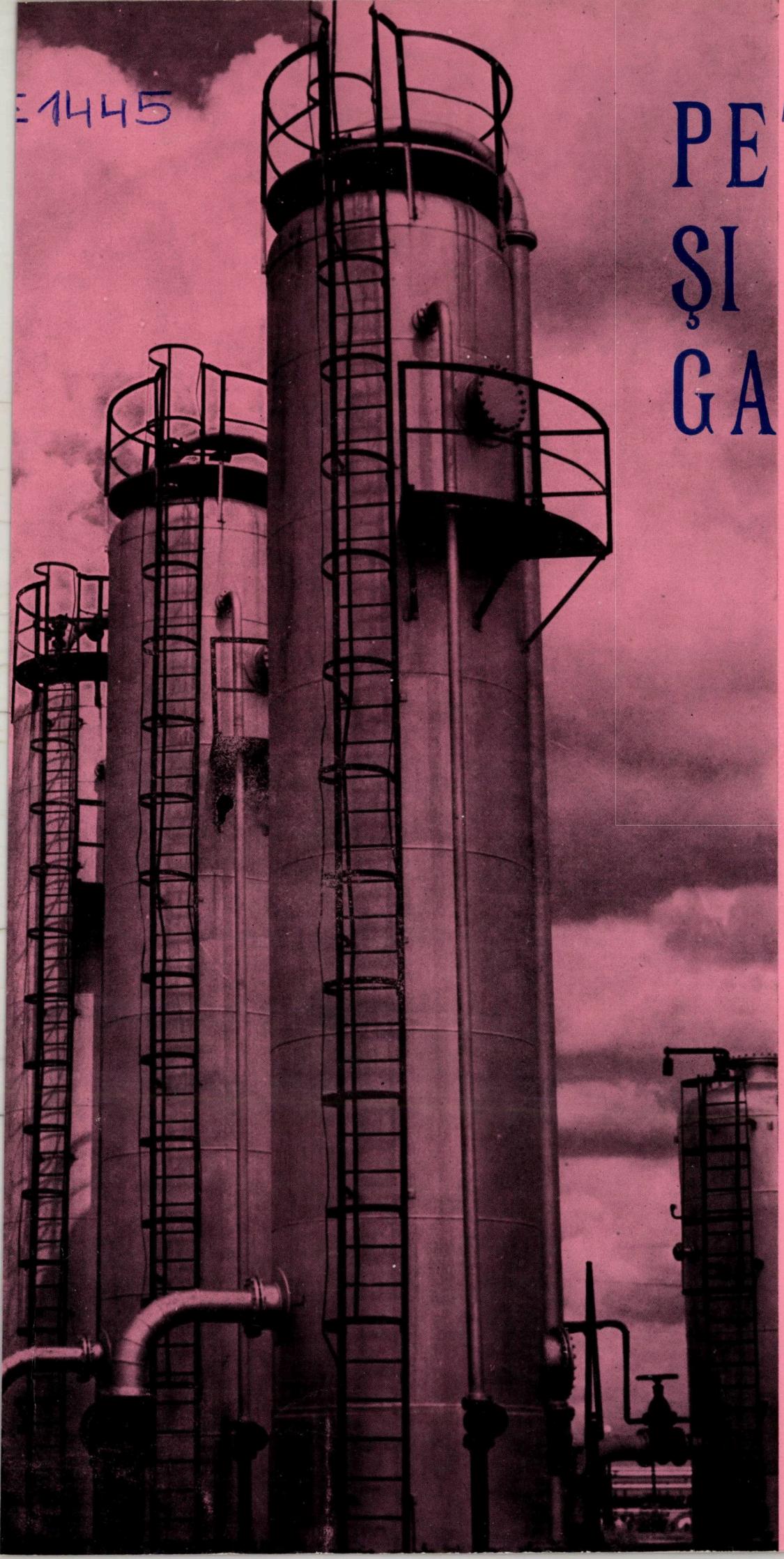
# centrala industrială de rafinării și petrochimie PLOIEȘTI



## PRODUCE

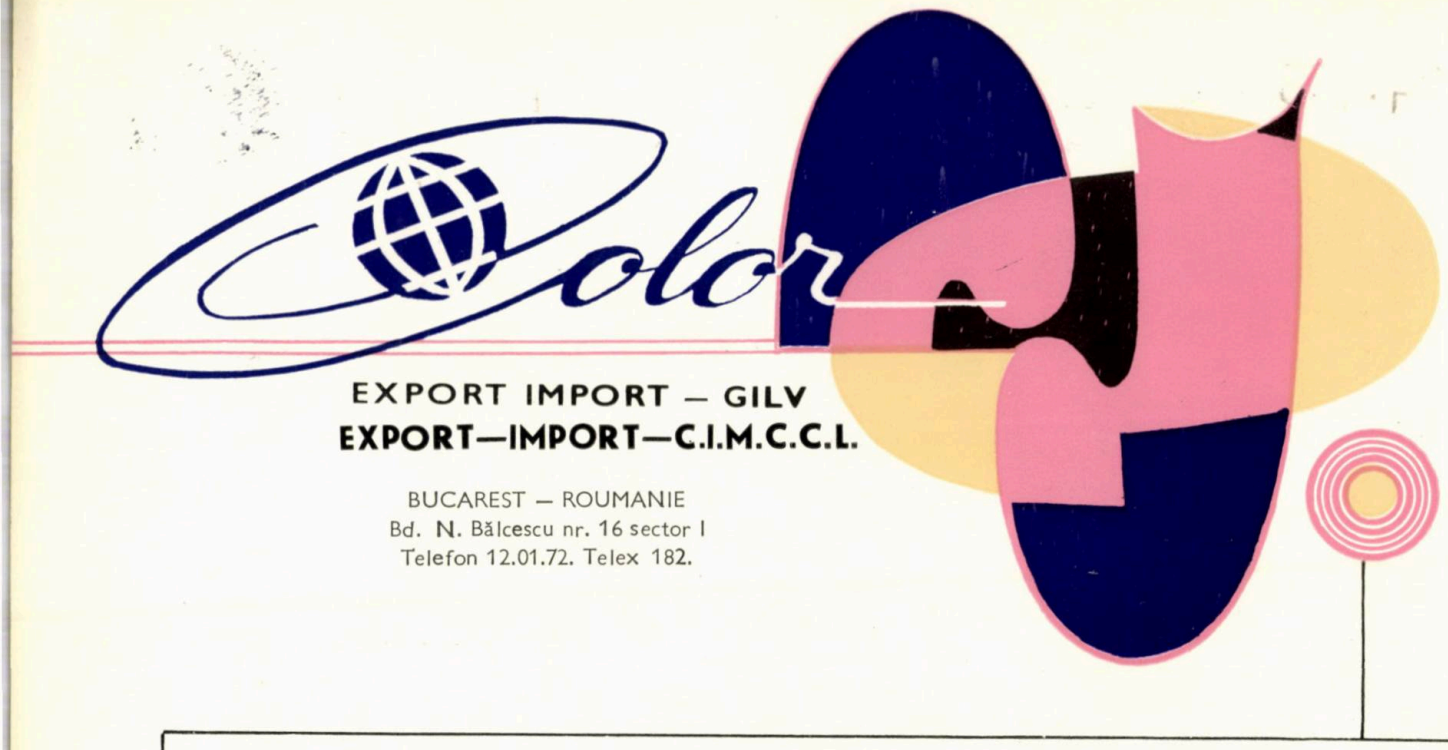
Propilenă pentru polimerizare
Propilenă pentru sinteze organice
Oxid de etilenă
Glicoli și poliglicoli
Anhidridă ftalică
Anhidridă maleică
Fenol
Acetonă
Clorură de colină
Polietilenă pentru:
— film
— injecție
— corpuri suflate
— uz general
Metil-etil-cetonă
Etilmercaptan
Acetilenă tehnică
Benzină auto COR 75
Benzină auto COR 88
Benzină auto COR 90
Benzină auto COR 92
Benzină auto COR 98
Benzen
Toluen
Ortoxilen
Metaxilen
Paraxilen
Petrol lampant
Combustibil pentru turboreactoare
Motorină cong. — 5°C
Motorină cong. — 10°C
Motorină cong. — 15°C 2 U
Aragaz
Cocs petrol
Combustibil pentru calorifer

E1445



# PETROL ŞI GAZE

10
OCTOMBRIE 1973
Vol. 24, p. 585—648
BUCUREŞTI
ROMÂNIA




EXPORT IMPORT — GILV
**EXPORT—IMPORT—C.I.M.C.C.L.**

BUCAREST — ROUMANIE
Bd. N. Bălcescu nr. 16 sector I
Telefon 12.01.72. Telex 182.

# NOMENCLATEUR POUR EXPORTATION

## A. PEINTURES, VERNIS, RESINES

1. Peinture de fond soluble dans l'eau
2. Peinture de fond anti-corrosive séchant au four
3. Peinture de fond anti-corrosive séchant à l'air
4. Peinture intermediaires et sealers
5. Peinture—émail pour la méthode electrostatique
6. Peinture—émail d'entretien, de réparation et de repeinturage
7. Polilac, émaux alkydes séchant-à-l'air
8. Romcolor, peintures—émaux aux résines alkydes
9. Emaux perchlore vinyliques
10. Emaux à base de chlorecaoutchouc
11. Novolin, peintures—émaux à la nitrocellulose
12. Linoxin, peintures à base d'huile
13. Laques polyesters nonsaturés por meubles
14. Peintures vinyliques en dispersion
15. Divers diluants
16. Stabilisateurs
17. Résines alkydes
18. Résines phénoliques
19. Résines polyesters nonsaturés
20. Résines urée—formaldéhyde non plastifiées
21. Résines mélamine—formaldéhyde non plastifiées (Melarom)

## B. PRODUITS PHARMACEUTIQUES DE SYNTHESE

1. Acide salicylique pharmaceutique BP 68
2. Acide salicylique pharmaceutique nonvolumineux
3. Acide acétyl salicylique
4. Benzoate de soude

## C. PIGMENTS INORGANIQUES

1. Tetraoxychromate de zinc
2. Chromate de zinc
3. Bleu de fer
4. Oxyde noir
5. Oxyde de fer rouge
6. Vert de chrome

## D. INSECTICIDES ORGANO-PHOSPHORIQUES

1. Carbetox
2. Fosfotox
3. Sintox

## E. DERO

## F. PLASTIFIANTS

1. Di-2-ethyl-hexylphtalate
2. Dibutyl phtalate

## G. ENCRES D'IMPRIMERIE

1. Encres journal
2. Encres typo
3. Encres offset
4. Encres hélio
5. Encres flexo
6. Encres serigrafique

## H. DIVERS PRODUITS

1. Chlorure cuivreux
2. Carbon de bois, de retorte
4. Acétate de soude
4. Papier carbon
5. Savon à linge et à toilette

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 10
octombrie 1973

## CUPRINS

* * * **Ziua petrolistului** 591—592

D. Paraschiv, N. Năstăseanu, T. Dăneţ: **Date noi asupra Carboniferului din sudul Dobrogei** 593—595

I. Ana: **Stabilitatea sistemelor coloidale, cu referire la fluidele de foraj. I. Consideraţii teoretice privind stabilitatea coloizilor liofobi** 596—604

R. Ioachimciuc: **Comportarea unui zăcământ exploatat prin spălare cu apă** 605—608

I. Dumitrescu, Vl. Dumitrescu, Gh. Spiridon: **Determinarea eforturilor din elementele turlelor de foraj de tip „A" prin utilizarea sistemelor de calcul automat** 609—617

Şt. S. Mihăiescu: **Consideraţii de mecanică asupra sapelor cu o rolă pentru foraj** 618—623

I. Precup, I. Buricatu, D. Grigoriu: **Unele aspecte legate de limitaţiile impuse de extracţia cu reflux de extract de compoziţie diferită de a extractului finit. I. Consideraţii generale** 622—625

M. Suciu: **Observaţii asupra coroziunii bacteriene a utilajului din industria de extracţie a ţiţeiului** 626—629

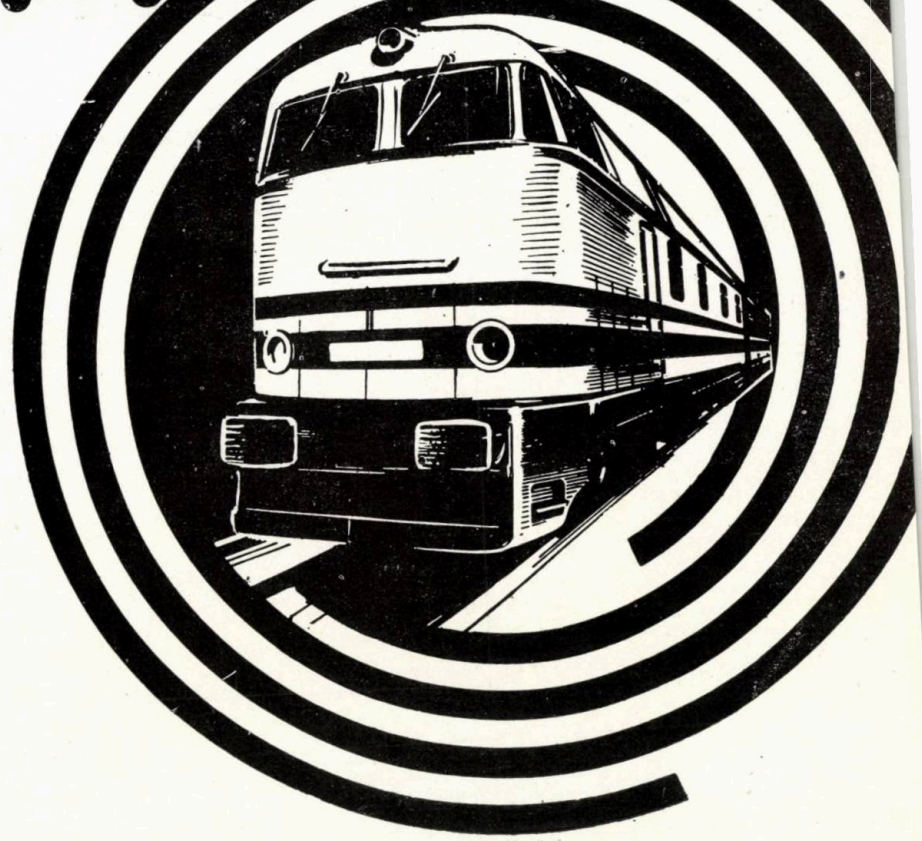
**Cronică** 630—631
**Documentare** 631—639
**Informaţii tehnico-economice** 639—640
**Notă tehnică** 641
**Recenzii** 641—643

# RAFINĂRIA TELEAJEN

Str. Mihai Bravu nr. 217
Telefon: 10700

**Produce pentru export:**

- uleiuri pentru motoare auto, în diverse sortimente și nivele de aditivare:
  SAE 10 W; SAE 10 W/30;
  SAE 20 W; SAE 20W/40;
  SAE 30; SAE 40 și SAE 50
- uleiuri pentru locomotive Diesel în sortimentele:
  DS 30
  DS 40
- Uleiuri pentru angrenaje auto:
  SAE 80 — EP
  SAE 90 — EP
  SAE 140 —EP



RAFINĂR
TELEAJ

Centrala industrială
pentru prelucrarea țițeiului
**PLOIEȘTI**
Telex: 019 275
Telefon: 10 500

# CONTENTS


***

**Editorial** 591

D. PARASCHIV, N. NĂSTĂSEANU, T. DĂNEȚ

**Some New Data concerning the Carboniferous in Southern Dobrodja** 593

I. ANA

**The Stability of Colloidal Systems with Reference to Drilling Fluids** 596

R. IOACHIMCIUC

**The Behaviour of a Field Exploited by Water Washing.** 605

I. DUMITRESCU, VL. DUMITRESCU, GH. SPIRIDON

**Determining the Stresses in the Elements of the A-type Drilling Towers by Using Automatic Calculus Systems.** 609

ȘT. S. MIHĂIESCU

**Some Mechanical Considerations concerning the One Roller Drilling Bits** 618

I. PRECUP, I. BURICATU, D. GRIGORIU

**Some Aspects of the Limitations Imposed by the Extraction with Reflux of a Composition Differing from that of the Finished Extract. I. General Considerations.** 622

M. SUCIU

**Observations concerning the Bacterial Corrosion of the Equipment in the Oil Extractive Industry.** 626


D. Paraschiv, N. Năstăseanu, T. Dăneț : **Some New Data concerning the Carboniferous in Southern Dobrodja**

In addition to the well No. 13 Comana where it had been previously revealed, the Visean also occurs in the drilling No. 5065 Negru Vodă. The microfauna determined consisting of foraminifereae and ostrocodae suggests that the terminal Visean has been opened at Negru Vodă, i.e. a higher stratigraphic level than that from Comana.


Petrol și Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 593
D.C. 550.822.7


I. Ana : **The Stability of Colloidal Systems with Reference to Drilling Fluids.**

The main aspects connected with the stability of colloidal systems with special reference to drilling fluids are presented.

In the first part of the paper (I), after showing the importance and necessity of examining the stability of liophobic colloids, the author mentions the main theories concerning the stability of colloidal systems, the pattern of the double electric layer, the effect of electrolytes on the pattern of the double electric layer, as well as the relation existing between the electroforetic mobility and the electrokinetic potential.

A presentation is then made of the powers occurring between the particles of a colloidal system. This includes the impulse due to the double electric layer, the London-van der Waals attraction, the resultant of repulsion and attraction, as well as the energetics of floculation and redispersion through polymers.

In the second part, after examining the structure of the electric double layer of the bentonite particles and the rheological behaviour of drilling fluids, the author describes a new electroforetic device based on the ,,mass transport'' method, worked out at the I.C.P.T.G. from Cîmpina and the laboratory results obtained as concerns the influence of pH and of the concentration of electrolytes and polyelectrolytes (sodium chloride, calcium chloride, partially hydrolysed polyacrylamide) on the electroforetic mobility of the drilling fluid.


Petrol și Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 596
D.C. 622.243.14:541.182


R. Ioachimciuc : **The Behaviour of a Field Exploited by Water Washing**

The effect is presented of extraction intensification by passing some pump wells to artificial eruption on the increase of the recovery factor in a field exploited by water injection.


Petrol și Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 605
D.C. 622.276.43


I. Dumitrescu, Vl. Dumitrescu, Gh. Spiridon : **Determining the Stresses in the Elements of the A-type Drilling Towers by Using Automatic Calculus Systems.**

The authors present an original and generally valuable technique for studying the stresses and deformations in the elements of drilling towers by using the automatic calculus systems. The method consists in modelling the equilibrium state of the whole spatial bar system, considering the reactions unknown, by a system by linear algebraic equations and in solving this system by an algorythm based on Gauss's elimination method by means of a medium-power automatic calculus system (of the IBM 360/40 type). The algorythm allows the simultaneous and rapid determination of the efforts in $n$ distinct cases of external loading of the tower.


Petrol și Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 609
D.C. 622.242.1


I. Precup, I. Buricatu, D. Grigoriu : **Some Aspects of the Limitations Imposed by the Extraction with Reflux of a Composition Differing from that of the Finished Extract. I. General Considerations.**

The paper exposes the theoretical principles connected whit the limitations imposed at the extraction with reflux whose composition differs from that of the finished extract. The knowledge of the aspects concerning the limitations imposed by the liquid-liquid and liquid-vapour equilibria as well as by their interdependence allows :

— to establish a pilot-scale testing methodology of the solvents which could be used in this type of extraction for determining the optimum testing conditions in order to increase the economic efficiency of the apparent research (by saving time, research personnel and money)

— to use the conclusions reached for interpreting and processing the data obtained from technological analyses in order to improve the performances of existing installations.


Petrol și Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 622
D.C. 665.63

# СОДЕРЖАНИЕ

* * *

**Пиредовая статья** 591

Д. ПАРАСКИВ, Н. НЭСТЭСЯНУ, Т. ДЭНЕЦ

**Новые данные относительно каменноугольного периода на юге Добруджи** 593

И. АНА

**Стабильность коллоидальных систем, в отношение бурового раствора** 596

Р. ИОАКИМЧУК

**Поведение залежи эксплуатироваемой заводнением** 605

И. ДУМИТРЕСКУ, ВЛ. ДУМИТРЕСКУ, Г. СПИРИДОН

**Определение усилий в элементах буровых вышек типа „А" путём применения систем автоматического вычисления** 609

ШТ. С. МИХЭИЕСКУ

**Соображения по механике буровых долот с одной шарошкой** 618

И. ПРЕКУП, И. БУРИКАТУ, Д. ГРИГОРИУ

**Ряд аспектов в связи с требуемыми ограничениями при добыче нефти с отливом экстракта с различной композицией чем композиция конечного экстракта I. Общие соображения** 622

М. СУЧИУ

**Наблюдения по бактериальной коррозии оборудования в нефтедобывающей промышленности** 626

Д. Параскив, Н. Нэстэсяну, Т. Дэнец: **Новые данные относительно каменноугольного периода на юге Добруджи.**
Кроме зонда 13 Комана, где раньше был сигнализирован Висеан, он появляется и в шурфе 5065 из Негру Водэ. Изучение микрофауны состоящей из фораминифер и остракодов, указывает на то, что в Негру Водэ открыли конечный Висеан, т.е. более высокий стратиграфический выступ чем в Комане.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 593
Д.К. 550.822.7

И. Ана: **Стабильность коллоидальных систем, в отношение бурового раствора**
Приводятся основные аспекты в связи со стабильностью коллоидальных систем, в особенности по отношению к буровым растворам.
В первой части работы (I), после указания на необходимость и значение исследования стабильности лиофобных коллоидов уточняются основные теории относительно стабильности коллоидальных систем, конфигурация двойного электрического слоя, эффект электролитов на конфигурацию двойного электрического слоя, а также и отношение которое существует между электрофоретической мобильностью и электрокинетическим потенциалом.
Приводятся потом силы которые появляются между частицами коллоидальной системы. Указывается таким образом на отталкивание из за двойного электрического слоя, притяжение Лондон-фан дер Уаалса, равнодействующая сила отталкивания и притяжения, а также и энергетика флокуляции и рассеяния через полимеры.
Во второй части работы (II), после расмотрения структуры двойного электрического слоя бентонитовых частиц и реологическое поведение буровых растворов, описывается новый электрофоретический прибор, основанный на ,,переносе массы'', разработанный Научно-проектным институтом нефтяной и газовой промышленности в Кымпине, и лабораторные результаты относительно влияния pH, концентрации электролитов и полиэлектролитов (хлорид натрия, хлорид кальция, частично гидролизированный полиакриламид) на электрофоретическую мобильность частиц бурового раствора.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 596
Д.К. 622.243.14:541.182

Р. Иоакимчук: **Поведение залежи эксплуатироваемой заводнением**
В настоящей статье приводится эффект интенсификации добычи нефти, путем перехода ряда скважин от насоса к искусственному извержению, на увеличение фактора возмещения, у залежи эксплуатированной заводнением.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 605
Д.К. 622.276.43

И. Думитреску, Вл. Думитреску, Г. Спиридон: **Определение усилий в элементах буровых вышек типа „А" путем применения систем автоматического вычисления.**
Авторы приводят оригинальный и обще приемлимый способ по изучению усилий и деформаций в элементах буровой вышки путем применения систем автоматического расчета. Метод состоит в моделировании состояния равновесия всей спациальной системы брусьев, принимая во внимание неизвестные реакции, путем системы линейных алгебраических уравнений и решение этой системы алгоритмом основанным на методе уменьшения числа неизвестных Гаусса, при помощи системы автоматического вычисления средней степени (типа IBM 360/40). Алгоритм позволяет определить одновременно усилия в $n$ различных случаях внешней нагрузки на вышку, очень быстро.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 609
Д.К. 622.242.1

И. Прекуп, И. Бурикату, Д. Григориу: **Ряд аспектов в связи с требуемыми ограничениями при добыче нефти с отливом экстракта с различной композицией чем композиция конечного экстракта.**
**I. Общие соображения.**
В работе высказываются теоретические принципы в связи с требуемыми ограничениями при добыче нефти с отливом различной композиции чем композиция конечного экстракта. Знание аспектов по необходимым ограничениям к которым принуждают равновесия жидкость-жидкость и жидкость-пар, а также их взаимосвязь позволяет:
— установить методологию испытания в пилотном маштабе сольвентов, которые можно использовать для этого типа экстракции для определения оптимальных условий испытания, с целью повышения экономичности исследований (экономия времени, исследовательская работа и расходы)
— использование полученных выводов, как для интерпретации данных полученных из технологических анализов, так и для их переработки, с целью улучшения результатов в существующих установках.

Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 622
Д.К. 665.63

# INHALT


***

**Leitartikel** 591

D. PARASCHIV, N. NĂSTĂSEANU, T. DĂNEŢ

**Neue Daten in bezug auf das Karbon im Süden der Dobrogea** 593

I. ANA

**Stabilität der kolloidalen Systeme mit Bezugnahme auf die Bohrflüssikgeiten** 596

R. IOACHIMCIUC

**Verhalten einer, durch Wasserspülung ausgebeuteten Schicht** 605

I. DUMITRESCU, VL. DUMITRESCU, GH. SPIRIDON

**Belastungsbestimmung in den Elementen der Bohrtürme Typ „A" durch Verwendung von Automatrechnersystemen** 609

ŞT. S. MIHĂIESCU

**Überlegungen im Bereich der Mechanik der Einrollenbohrmeissel** 618

I. PRECUP, I. BURICATU, D. GRIGORIU

**Einige Aspekte in bezug auf die Begrenzungen infolge der Rückflussextraktion eines Extrakts mit unterschiedlicher Zusammensetzung im Vergleich zum Endextrakt. I. Allgemeine Erwägungen** 622

M. SUCIU

**Beobachtungen im Zusammenhang mit der bakteriellen Korrosion der Ausrüstung in der erdölfördernden Industrie** 626


D. Paraschiv, N. Năstăseanu, T. Dăneţ : **Neue Daten in bezug auf das Karbon im Süden der Dobrogea**

Ausser der Sonde 13 Comana, wo das Visean zum ersten Mal entdeckt wurde, erscheint es auch in der Bohrung 5065 Negru Vodă. Aus der ermittelten Mikrofauna, die aus Foraminiferen und Ostrakoden besteht, kann geschlossen werden, dass bei Negru Vodă das terminale Visean erschlossen wurde, das heisst eine stratigraphische Schicht, die über jener von Comana liegt.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 593
D.K. 550.822.7


I. Ana : **Stabilität der kolloidalen Systeme mit Bezugnahme auf die Bohrflüssigkeiten**

Es werden die Hauptaspekte der Stabilität kolloidaler Systeme erörtert, wobei in besonderer Weise auf die Bohrflüssigkeiten eingeangen wird. Im ersten Teil der Arbeit wird die Notwendigkeit und die Bedeutung einer Untersuchung der Stabilität liophyber Kolloide unterstrichen. Es werden die Haupttheorien in bezug auf die Stabilität kolloider Systeme, die Gestaltung der elektrischen Doppelschicht und die Beziehungen erörtert, die zwischen der elektrophoretischen Mobilität und dem elektrokinetischen Potential besteht. Sodann werden die Kräfte analysiert, die zwischen den Partikeln eines Kolloidalsystems erscheinen, so die Abstossung durch die elektrische Doppelschicht, die Anziehung London—van der Waals, die Resultante der Abstossung und Anziehung sowie die Energetik der. Ausflockung und Redissipation durch Polymere.

Im zweiten Teil wird die Struktur der elektrischen Doppelschicht der Bentonitpartikel und das rheologische Verhalten der Bohrflüssigkeiten analysiert. Eine neue Elektrophorese, die von Forschungsinstitut ICPTG in Cîmpina aufgrund der Methode des „Massentransportes" entwickelt wurde, wird beschrieben und die Laborergebnisse in bezug auf den Einfluss des pH, der Elektrolytkonzentration und Polyelektrolytkonzentration (Natriumchlorid, Kalziumchlorid, teilweise hydrolisiertes Polyakrylamid) auf die elektrophoretische Mobilität der Bohrflüssigkeitspartikel dargelegt.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 596
D.K. 622.243.14:541.182


R. Ioachimciuc : **Verhalten einer, durch Wasserspülung ausgebeuteten Schicht**

Der Verfasser behandelt die Auswirkung einer Steigerung der Förderleistung, durch den Übergang vom Pumpbetrieb zur kunstlichen Eruption, auf die Erhöhung des Rückgewinnungsfaktors bei einer, durch Wassereinspritzung ausgebeuteten Schicht.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 605
D.K. 622.776.43


I. Dumitrescu, Vl. Dumitrescu, Gh. Spiridon: **Belastungsbestimmung in den Elementen der Bohrtürme Type „A" durch Verwendung von Automatrechnersystemen**

Die Verfasser beschreiben ein neuartiges und allgemein anwendbares Verfahren zur Untersuchung der Belastungen und Verformungen in den Elementen eines Bohrturms durch Verwendung von Automatrechnersystemen. Das Verfahren besteht in der Modellierung des Gleichgewichtszustandes im gesamten räumlischen Gestängesystem. Die unbekannten Reaktionen werden als ein System linearer algebrischer Gleichungen angesehn und die Lösung dieses Systems erfolgt durch einen Algorithmus aufgrund der Ausscheidungsmethode nach Gauss, mit Hilfe eines mittleren Rechenautomaten (Typ IMB 360/40). Der Algorithmus gestattet die gleichzeitige Bestimmung der Belastungen in *n* Fällen bei unterschiedlicher Aussenbelastung des Turmes.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 609
D.K. 622.242.1


I. Precup, I. Buricatu, D. Grigoriu : **Einige Aspekte in bezug auf die Begrenzungen infolge der Rückflussextraktion eines Extraks mit unterschiedlicher Zusammensetzung im Vergleich zum Endextrakt. I. Allgemeine Erwägungen**

Es werden die theoretischen Prinzipien in bezug aud die Begrenzungen dargelegt, die sich aus dem Rückflussextraktion ergeben, wenn die Zusammensetzung des Extrakts von dem des Endextraks abweicht. Eine Kenntnis der Begrenzungen als Folge der Flüssig-Flüssig gleichgewichte und Flüssig-Dampfgleichgewichte sowie deren Wechselwirkung, ermöglicht die Festlegung einer Versuchsmethodologie der Lösungsmittel, die sich für die Bestimmung der optimalen Versuchsbedingungen eignen, im Hinblick auf die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Zweckforschung (Einsparung an Zeit, Forschungskräften und Ausgaben). Desgleichen können die gezogenen Schlussfolgerungen sowohl für die Auswertung der, durch technologische Analysen erzielten Daten, wie auch zu deren Verarbeitung im Hinblick auf die Leistungssteigerung der bestehenden Anlagen, verwendet werden.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 622
D.K. 665.63

# SOMMAIRE


* * *

**Editorial** 591

D. PARASCHIV, N. NĂSTĂSEANU, T. DĂNEŢ

**Nouvelles données concernant le carbonifère du sud de la Dobroudja** 593

I. ANA

**La stabilité des systèmes colloïdaux avec référance aux fluides de forage** 593

R. IOACHIMCIUC

**Le comportement d'un gisement exploité par lavage à eau** 605

I DUMITRESCU, VL. DUMITRESCU, GH. SPIRIDON

**Détermination des efforts des éléments des tours de forage du type „A" par l'utilisation des systèmes de calcul automatique** 609

ŞT. S. MIHĂIESCU

**Considérations de mécanique sur les trépans à un rouleau pour forage** 618

I. PRECUP, I. BURICATU, D. GRIGORIU

**Certains aspects liés aux limitations imposées par l'extraction au reflux d'extrait de composition, différente de celle de l'extrait fini. I. Considérations générales.** 622

M. SUCIU

**Observations sur la corrosion bactérienne de l'outillage de l'industrie extractive du brut,** 626


D. Paraschiv, N. Năstăseanu, T. Dăneţ : **Nouvelles données concernant le carbonifère du sud de la Dobroudja.**

A part la sonde 13 Comana, où il avait été signalé auparavant, le Viséen apparaît aussi dans le forage 5065 Negru Vodă. La microfaune déterminée, consistant en foraminifères et ostrocodes, suggère qu'à Negru Vodă a été ouvert le Viséen terminal, c'est-à-dire un niveau stratigraphique supérieur à celui de Comana.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 593
C.D. 550.822.7


I. Ana : **La stabilité des systèmes colloïdaux avec référance aux fluides de forage**

On présente les principaux aspects liés à la stabilité des systèmes colloïdaux avec référence spéciale aux fluides de forage.

Dans la première partie de l'étude (I), après avoir relevé la nécessité et l'importance de l'examen de la stabilité des colloïdes liophobes,on indique les principales théories concernant la stabilité des systèmes colloïdaux, la configuration de la couche double électrique, l'effet des électrolytes sur la configuration de la couche double électrique, ainsi que la relation qui existe entre la mobilité électroforétique et le potentiel électrocinétique.

On indique ensuite les forces qui apparaissent entre les particules d'un système colloïdal. On présente ainsi la répulsion due à la couche double électrique, l'attraction London-van der Waals, la résultante de la répulsion et de l'attraction, ainsi que l'énergétique de la floculation et de la redispersion par des polymères.

Dans la deuxiéme partie (II), après avoir examiné la structure de la couche double électrique des particules de bentonite et le comportement rhéologique des fluides de forage, on présente un nouveau dispositif électroforétique, basé sur la méthode „du transport de masse", élaboré à l'I.C.P.T.G. de Cîmpina et les résultats de laboratoire obtenus en ce qui concerne l'influence du pH, de la concentration d'électrolytes et de ployélectrolyte (chlorure de sodium, chlorure de calcium, polyacrylamide partiellement hydrolysée) sur la mobilité électroforétique des particules des fluides de forage.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 593
C.D. 622.243.14:541.182


R. Ioachimciuc : **Le comportement d'un gisement exploité par lavage à eau**

L'article présente l'effet de l'intensification de l'extraction, par le passage de certaines sondes de la pompe en éruption artificielle, sur l'augmentation du facteur de récupération, dans le cas d'un gisement exploité par injection d'eau.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 605
C.D. 622.276.43


I. Dumitrescu, Vl. Dumitrescu, Gh. Spiridon : **Détermination des efforts des éléments des tours de forage du type „A" par l'utilisation des systèmes de calcul automatique.**

Les auteurs présentent un procédé original et généralement valable pour étudier les efforts et les déformations qui se produisent dans une tour de forage par l'utilisation des systèmes de calcul automatique. La méthode consiste à modeler l'état d'équilibre de tout le système spatial de barres, en considérant les réactions inconnues, par un système d'équations algébriques linéaires et à résoudre ce système par un algorythme basé sur la méthode de l'élimination de Gauss, à l'aide d'un système de calcul automatique de puissance moyenne (du type IBM 360/40). L'algorythme permet de déterminer simultanément et de façon expéditive les efforts dans $n$ cas distincts de chargement extérieur des tours.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 609
C.D. 622.242.1


I. Precup, I. Buricatu, D. Grigoriu : **Certains aspects liés aux limitations imposées par l'extraction au reflux d'extrait de composition, différente de celle de l'extrait fini. I,. Considérations générales.**

On énonce les principes théoriques liés aux limitations imposées à l'extraction au reflux ayant une composition différente de celle de l'extrait fini. La connaissance des aspects liés aux limitations imposées par les équilibres liquide-liquide et liquide-vapeurs, ainsi que par l'interdépendence de ceux-ci permet :

— d'établir la méthodologie d'essai à l'échelle pilote des solvants pouvant être utilisés dans ce type d'extraction pour déterminer les conditions optimums d'essai, en vue d'accroître l'efficience économique des recherches apparentes (économie de temps, de personnel de recherche et de frais)

— d'utiliser les conclusions résultées, autant pour l'interprétation des données obtenues des analyses technologiques que pour leur mise en valeur, en vue d'améliorer les performances des installations existantes.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 10, 173, p. 622
C.D. 665.63

# ZIUA PETROLISTULUI

Sărbătorirea în fiecare an (prima duminică după 6 octombrie) a „Zilei petrolistului" este expresia înaltei prețuiri pentru harnicii petroliști, care prin munca lor plină de abnegație extrag și valorifică petrolul și gazele contribuind la întărirea și dezvoltarea economiei noastre socialiste.

Anul acesta „Ziua petrolistului" se sărbătorește în condițiile în care întregul popor este angajat în activitatea intensă, profund patriotică, consacrată îndeplinirii înainte de termen a actualului cincinal, înfăptuirii obiectivelor istorice stabilite de Congresul al X-lea și Conferința Națională ale partidului privind edificarea societății multilateral dezvoltate în patria noastră.

Dezvoltarea impetuoasă a industriei și economiei românești de la naționalizarea principalelor mijloace de producție, a făcut ca și industria de petrol și gaze să facă progrese importante. Nevoia de combustibili superiori și materii prime pe care pot să le furnizeze petrolul și gazele a făcut ca această industrie să devină una din cele mai importante.

Ritmul susținut de muncă, bogata activitate creatoare a petroliștilor a dezvoltat toate sectoarele de activitate ale acestei industrii cum ar fi cercetarea geologică și geofizică pentru hidrocarburi, cercetarea științifică în domeniul forajului și a tehnologiei producției de țiței și gaze, perfecționarea metodelor de extracție a țițeiului și gazelor, dezvoltarea unei industrii puternice de prelucrare a petrolului.

În cadrul cercetărilor geologice și geofizice una din cele mai importante sarcini a constituit-o dezvoltarea lucrărilor menite să sporească rezervele de hidrocarburi prin punerea în evidență a unor noi zăcăminte de petrol și gaze. A apărut necesitatea cercetării formațiunilor geologice situate la adîncimi mai mari de 3 500 m și a capcanelor structurale de mai mică amplitudine. Mărirea eficienței economice a prospecțiunilor geologice și geofizice s-a realizat prin utilizarea unei aparaturi din ce în ce mai perfecționate.

În domeniul forajului sondelor, întreprinderile specializate urmăresc continuu îmbunătățirea indicatorilor de foraj (viteza mecanică, metrajul pe sapă, prețul de cost pe metru forat etc.) experimentînd cu succes optimizarea regimului de foraj și aplicarea metodelor moderne, cum ar fi : forajul cu jet, forajul cu sape cu diamante, folosirea de fluide de foraj speciale ș.a.

În paralel cu folosirea tehnologiei moderne de foraj s-au perfecționat metodele de investigare a găurilor de sondă și s-au introdus noi metode de interpretare a datelor obținute. În scopul realizării parametrilor tehnologiei de foraj corespunzători condițiilor de presiune și temperatură ridicată s-au elaborat aditivi noi pentru fluidele de foraj, paste de ciment rezistente la temperaturi și presiuni ridicate ceea ce a permis realizarea a numeroase sonde de mare adîncime.

Exploatarea rațională a zăcămintelor de petrol și aplicarea metodelor științifice în extracție au stat la baza creșterii continue a producției. Noile zăcăminte se pun în producție numai pe bază de proiecte de exploatare prin care se precizează metodele de exploatare, numărul de sonde, volumul de investiții pe fiecare structură, debitul optim al sondelor, rația gaze — țiței permisă reușindu-se în acest fel să se extragă cantitățile optime de țiței și să se realizeze un factor de recuperare ridicat.

Prin aplicarea și extinderea metodelor moderne de recuperare secundară și menținere de presiune de zăcămînt prin injecția de apă și gaze, în diverse variante, unitățile de extracție au reușit să depășească continuu sarcinile planului de producție. Introducerea unor procedee tehnologice noi în procesul de exploatare, ca, de exemplu, fisurarea hidraulică simplă, multiplă sau combinată cu diferite tratamente pentru îmbunătățirea permeabilității zonei din jurul găurii de sondă, tratamente cu solvenți sau substanțe tensioactive, injecția ciclică de abur, combustia subterană și altele, au avut ca efect intensificarea ritmului de extracție și obținerea unor factori superiori de recuperare a petrolului din zăcămînt.

În perioada care s-a scurs de la începutul anului petroliștii din schele se prezintă cu un bilanț plin de realizări. Astfel, ca urmare a utilizării mai bune a timpului de lucru, a optimizării lucrărilor de foraj și a depășirii vitezei de foraj cu 6% s-au săpat peste prevederile de plan 37 000 m. La extracția țițeiului planul de producție a fost depășit cu 23 000 t țiței pe seama folosirii mai bune a întregului fond de sonde a exploatării raționale a zăcămintelor de țiței și creșterii factorului final de recuperare. De asemenea, ca urmare a preocupărilor și atenției permanente acordate, planul de rezerve industriale de țiței și gaze a fost depășit în anul 1971, precum și în anul 1972. Prin îndeplinirea și depășirea planului de producție, în condițiile sarcinilor mobilizatoare prevăzute în acest an pe linia reducerii cheltuielilor de producție, pe primele 6 luni s-au înregistrat economii suplimentare la prețul de cost în sume de circa 16 mil. lei.

Încadrați în frontul comun al celor ce muncesc, colectivele de muncitori, ingineri și tehnicieni din rafinăriile de prelucrarea țițeiului, s-au angajat să depună toate eforturile pentru valorificarea din ce în ce mai bună a fiecărei tone de țiței, în direcțiile care satisfac în cea mai mare măsură nevoile economiei naționale și în condițiile unei reduceri continui a cheltuielilor materiale de producție.

Pe primele 8 luni ale acestui an, efortul rafinorilor din industria de prelucrare a țițeiului este concretizat în obținerea peste prevederile planului a 5 500 t benzină, 9 000 t petroluri, 8 050 t aromate, 28 000 t coes de petrol și altele, fără să mai vorbim de suplimentul de materii prime livrat combinatelor petrochimice transformat în 3 300 t cauciuc, 160 t materie primă pentru fibre sintetice, 720 t polistiren pentru materiale plastice, negru de fum, toluen etc.

Producția de uleiuri de motoare care reprezintă o pondere însemnată în activitatea rafinăriilor noastre a cunoscut an de an importante creșteri cantitative și o îmbunătățire a calității, care le face astăzi competitive pe aproape toate piețele externe, lîngă firme cu vechi tradiții în prelucrarea țițeiului. Necesitățile tot mai mari apărute în aproape toate ramurile economiei naționale, ca urmare a apariției în procesele industriale a celor mai diferite tipuri de mașini ce au nevoie de lubrifianți, a condus la o diversificare continuă a producției de uleiuri. Astfel s-au obținut uleiuri pentru amorti-

zoare telescopice, uleiuri pentru turbine de mare putere, uleiuri albe necesare la fabricarea polietilenei, uleiuri emulsionabile pentru prelucrarea metalelor, uleiuri pentru industria metalurgică și altele.

În producția de benzină cu cifră octanică ridicată, efortul rafinăriilor din industria de prelucrare a țițeiului a fost îndreptat spre îmbunătățirea continuă a performanțelor obținute în instalațiile de reformare și craeare catalitică, care funcționează astăzi cu mult peste capacitățile planificate. În modernele rafinării existente în marile combinate petrochimice din Brazi, Pitești și Borzești, care constituie mîndria industriei petrochimice, preocupările rafinorilor sînt îndreptate spre lărgirea bazei de materii prime pentru obținerea hidrocarburilor aromate cu largi întrebuințări în petrochimie și spre creșterea valorificării fiecărei tone de țiței supusă prelucrării.

Ca urmare a acestor preocupări, în aproape toate rafinăriile de țiței ale Centralei industriale de rafinării și petrochimie — Ploiești pe primele 8 luni, planul producției globale a fost depășit cu însemnate valori. Se pot cita rafinăriile din combinatele Brazi și Borzești cu depășire de peste 20 mil. lei, rafinăriile Teleajen, Cîmpina, Brașov și Ploiești—Nord cu peste 3 mil. lei fiecare, rafinăria Crișana cu 2 mil. lei și Dărmănești cu peste 1,5 mil.

În cursul acestui an și începutul anului viitor, zestrea rafinăriilor de prelucrare a țițeiului va crește prin punerea în funcțiune a noi instalații, aflate în stadiu înaintat de construcții și montare în momentul de față. Dezvoltări importante va avea astfel rafinăria din cadrul Combinatului petrochimic—Pitești, care va fi dotată cu noi instalații de craeare catalitică, reformare catalitică și distilație atmosferică și în vid, rafinăria Ploiești care va pune în funcțiune o instalație de cocsare, rafinăria Brazi din cadrul combinatului petrochimic cu același nume, care va pune în funcțiune o instalație de solventare cu furfurol a motorinei și de obținerea paraxilenului și altele.

Cercetarea științifică a avut o contribuție substanțială la ridicarea nivelului tehnic al tuturor ramurilor industriei de petrol și gaze din R. S. România.

Institutul de cercetare și proiectare pentru industria extractivă de petrol și gaze — Cîmpina (ICPTG) a abordat și rezolvat numeroase probleme din toate domeniile ingineriei de exploatare (geologie, geofizică, foraj, producție). Obiectivele principale ale cercetărilor efectuate au fost îndreptate în direcția creșterii rezervelor industriale și a producției de petrol și gaze, optimizarea funcționării instalațiilor existente, optimizarea proceselor de transport și distribuție gaze, valorificării gazelor de petrol (asociate), dezvoltării de perspectivă a industriei de petrol și gaze și asigurarea de către aceasta a materiilor prime pentru petochimie. Institutul efectuează lucrări de cercetare și proiectare legate de dezvoltarea și modernizarea industriei de petrol, acordă asistență tehnică și științifică unităților productive din țară. În principal, preocupările acestui institut sînt: efectuarea de studii și cercetări geologice, geofizice și geotehnice; întocmirea proiectelor de prospecțiuni, explorare și exploatare; cercetări pentru aplicarea unor procedee moderne în forajul sondelor, extracția petrolului și a gazelor; elaborarea documentațiilor tehnice de proiectare complexe pentru instalațiile de suprafață din cîmpurile de petrol și gaze privind transportul și stocarea petrolului și gazelor, construcții de drumuri din schele, inclusiv proiecte pentru automatizări.

În ultimul timp acest institut a elaborat aditivi pentru fluidele de foraj, precum și fluide de foraj moderne rezistente la temperaturi și presiuni ridicate, aditivi pentru tratarea țițeiului. A fost proiectată instalația pentru separarea etanului din gazele de petrol pentru a fi valorificat superior în petrochimie.

O contribuție deosebită la realizările din sectorul prelucrării țițeiului a avut-o Institutul de cercetări și proiectări rafinării — Ploiești, care a reușit să soluționeze multe probleme legate de elaborarea noilor rețete de produse, să dea soluții originale în proiectarea instalațiilor de hidrofinare a uleiurilor de la Rafinăria Teleajen și a complexului de uleiuri de la Rafinăria Ploiești, și să indice metode concrete pentru creșterea performanțelor la multe din instalațiile tehnologice din rafinăriile noastre.

Rezultate deosebit de bune au fost obținute și de cele două laboratoare uzinale ale Rafinăriei Teleajen și Ploiești care a introdus în planul de lucru teme de cercetare cu aplicabilitate imediată, destinate fie îmbunătățirii unor procese tehnologice, fie asimilării unor produse noi cerute pe piață. S-a reușit astfel să se stabilească tehnologia de fabricație pentru obținerea unei game de inhibitori contra coroziunilor din coloanele de distilare sau contra algelor din ape de răcire, a căror utilizare în instalațiile din rafinării și combinatele petrochimice, au efecte economice deosebit de importante. La Rafinăria Ploiești, colectivul de cercetare al laboratorului uzinei a reușit să perfecționeze tehnologia de fabricare a uleiurilor de transformator și a uleiurilor albe, micșorînd rația de acid sulfuric pentru rafinare, cu aproape 50 %.

Se remarcă preocuparea acestor laboratoare uzinale ca și a Institutului de cercetări și proiectări rafinării pentru depistarea țițeiurilor cu calități îmbunătățite la fabricarea uleiurilor superioare, pentru identificarea posibilităților de valorificare maximă a țițeiurilor în funcție de specificul fiecărei rafinării.

Importanța satisfacerii nevoilor energetice prezente și a celor în creștere pentru dezvoltarea în viitor a industriei noastre socialiste, fac ca milioanele de tone de țiței și miliardele de metri cubi de gaze pe care le produc anual petroliștii din țara noastră, să capete o importanță deosebită. Valoarea acestei producții de hidrocarburi devine și mai mare dacă se ține seama că produsele petroliere și gazele sînt din ce în ce mai căutate fiind purtători de energie ideali.

Avînd în vedere că pe plan mondial setea de energie este într-o ascensiune vertiginoasă, trebuie acordată toată atenția industriei indigene de petrol și gaze, ca aceasta să fie dotată și aprovizionată în continuare cu tot ce are nevoie (utilaje, instalații, piese de schimb etc.), iar petroliștii să-și concentreze într-o mai mare măsură eforturile pentru găsirea metodelor celor mai bune de exploatare, pentru creșterea producției și mărirea factorului final de recuperare a țițeiului din zăcămînt.

# Date noi asupra Carboniferului din sudul Dobrogei

D. Paraschiv, Nurhan Năstăseanu, T. Dăneț

Într-un articol anterior (Nurhan Năstăseanu, Paraschiv, D., 1973) a fost semnalată prezența depozitelor carbonifere în sudul Dobrogei, la sonda 13 Comana. Cu aceeași ocazie s-a atras atenția asupra posibilității ca și secțiunea deschisă de forajul 5065 Negru Vodă pe intervalul 748— 839m — considerată de geologii I.F.L.G.S. (1970) ca probabil de vîrstă devoniană — să aparțină, de asemenea, Viseanului. În ultimul timp s-a procedat la o reexaminare din punct de vedere petrografic și micropaleontologic a carotelor de la sonda 5065 Negru Vodă, rezultatele obținute urmînd să fie prezentate în articolul de față.

Potrivit analizelor probelor de teren și diagrafiilor geofizice, sonda 5065 Negru Vodă a traversat, pînă la adîncimea de 748 m, depozite de vîrstă cuaternară, sarmațiană, cretacică și jurasică. Sub această adîncime, pînă la 835 m, unde s-a oprit forajul, a fost deschisă o serie predominant terigenă, cu intercalații de calcare și dolomite, din care s-au scos patru carote.

Carota de la 755,3—757,7 m este constituită din alternanțe de microgresii și marne argiloase-grezoase.

Cimentul microgresiei este argilo-calcitic. Detritusul mineral, de dimensiuni psamitice fine și aleuritice, este realizat, preponderent, din cuarț (80%), căruia i se asociază, în cantități reduse, feldspați ortoclazi și plagioclazi, muscovit sericit și clorit. Cimentul rocii este constituit, în principal, din minerale argiloase, sericit și clorit, peste care se suprapune, secundar, sub formă de plaje izolate, un ciment calcitic microcristalin. În masa rocii se recunosc foraminifere, ostracode și spiculi calcitici, avînd camerele sau canalele umplute, uneori, cu pirită epigenetică.

La microscop, marna argiloasă-grezoasă apare alcătuită dintr-un amestec intim de minerale argiloase și calcit criptocristalin ($CO_3Ca = 28\%$); acest amestec nu se realizează întotdeauna omogen, conducînd la aspecte „pătate", datorită aglomerării locale a materialului argilos sau a calcitului. În acest fond al rocii se distribuie o cantitate redusă de detritus (12%), reprezentat prin granule de cuarț, feldspați, muscovit și clorit. Se remarcă, de asemenea, pirita și resturi de foraminifere.

Conținutul microfaunistic al acestei carote (planșele I și II) constă din :

— Foraminifere :

*Hyperammina elongata clavatula* Howchin
*Ammodiscus parvus* Reitlinger
*Thuramminoides sphaeroidalis* Plummer
*Glomospirella umbilicata* Cushman, Waters
*Trepeilopsis mississippiana* Cooper
*Trochammina arenosa* Cushman, Waters
*Earlandia* din grupa E. clavatula (Howchin)
*Earlandia pulchra* Cummings
*Earlandinella cylindrica* (Brady)
*Endothyra minuta* Reitlinger
*Endothyra pseudobradyi* Braznikhova
*Plectogyra irregularis* F. j. Deller
*Plectogyra kleina* Woodland
*Archaediscus karreri* Brady
*Archaediscus karreriformis* Reitlinger
*Archaediscus krestovnikovi* Rauzer-Chernoussova
*Archaediscus variabilis* Reitlinger.

Briozoare :

*Rhombopora johnsvaltensis* Harlton

Ostracode :

*Paraparchites nicklesi* (Ulrich)
*Chytherella constricta* Delo
*Youngiella knighti* Vilson
*Sulcella decora* Morey
*Coryellites concava* (Cooper)
*Coryellites portica* Cooper
*Bairdia golcondensis* Croneis, Gale.
*Macrocypris menardensis* Harlton
*Pontocypris bassleri* Morey.

Carota de la 787,9—788,9 m este reprezentată prin microgresie cu ciment argilo-calcitic. Materialul detritic, dimensionat la clasa psamit fin și aleurit, este realizat, în cea mai mare parte, de granulele de cuarț cu morfologie subangulară și cu un grad relativ bun de sortare. După cuarț (80%), în ordinea frecvenței urmează muscovitul, biotitul, cloritul și feldspații plagioclazi. Ca minerale opace se remarcă pirita și, subordonat, limonitul rezultat din alterarea piritei. Cimentul rocii este alcătuit din minerale argiloase, sericit și clorit cu caracter

primar și structură de pori, căruia i se suprapune, neuniform, un ciment calcitic secundar.

Microfauna constă din următoarele foraminifere :

*Hyperammina elongata clavatula* H o w k i n.
*Glomospirella umbilicata* Cushman, W a t e r s.
*Trochammina hasdoensis* B h a t i a, S i n g h.
*Earlandinella cylindrica* (B r a d y).
*Earlandinita priscilla* (D a w s o n).

Carota de la 813—814 m reprezintă calcare cu treceri la dolomite, cenușii sau brun-cenușii, uneori albicioase, cu frecvente accidente silicioase de culoare neagră, dînd, pe alocuri, rocii un aspect brecios.

Carota de pe intervalul 837,1—832 m este alcătuită din marnocalcar compact, cenușiu-negricios, cu spărtură așchioasă, și din marnă argiloasă cu spiculi silicioși.

Marnocalcarul are aspect microgrezos. Masa fundamentală a rocii este realizată dintr-un amestec binar și omogen de calcit criptocristalin (78%) și minerale argiloase. Acest fond de marnocalcar include o cantitate redusă (10%) de material detritic-clastic reprezentat, în principal, prin granule de cuarț, muscovit și clorit. În secțiunile subțiri se disting organisme calcaroase (foraminifere, ostracode, spiculi) care apar, uneori, epigenizate cu pirita secundară.

Ca microfaună a fost identificată numai specia *Valvulinella Youngi* (B r a d y).

Rezultatele analizelor mineralogo-petrografice concordă, în general, cu interpretarea litologică a diagrafiei geofizice, în sensul că, odată cu adîncimea, crește și ponderea calcitului, respectiv a marnelor, marnocalcarelor și calcarelor. Aspectul geofizic și examenul petrografic al secțiunii deschise de forajul 5065 Negru Vodă amintesc de profilele unor sonde săpate mai la Sud, în Bulgaria, și anume, R 53 Belgun, R 50 Rakovski, R 53 Vetrino și R 1 Vaclino.

Studiul microfaunistic al carotelor de la sonda 5065 Negru Vodă oferă posibilitatea unor constatări, discuții și concluzii în legătură cu vîrsta depozitelor traversate de forajul respectiv.

O primă constatare care se impune este aceea că asociația microfauristică de la Negru Vodă nu caracterizează Devonianul ci, sigur, Carboniferul.

Prezența, într-un număr destul de mare, a Archaediscidelor ar putea constitui un punct de plecare în stabilirea vîrstei depozitelor de sub adîncimea de 748 m. Aceste foraminifere apar în Viseanul inferior (Vla) și, după C o n i l și colab. (1971), au evoluat în felul următor : *Planoarchaediscus* și *Paraarchaediscus-Permodiscus-Archaediscus*. Rezultă deci că microfauna de la sonda 5065 trebuie să fie mai nouă decît Viseanul inferior.

Potrivit studiilor întreprinse de M a m e t și S k i p p (1971), genurile *Earlandia* și *Earlandinella* își fac apariția în zona 9. Specia *Archaediscus krestovnikovi* este semnalată începînd cu zona 10 și continuă pînă în zona 17, adică poate fi întîlnită în tot Viseanul. Aceiași autori plasează forma *Archaediscus karreri* în zona 15, corespunzînd limitei dintre V2 și V3, iar *Valvulinella* este citată în Europa (M a m e t și S k i p p, 1971) în Viseanul superior, către limita cu Namurianul.

În tabloul sintetic întocmit de către M a m e t (1968), speciile *Archaediscus krestovnikovi* și *Earlandia clavulata* figurează în asociația specifică Viseanului superior din Europa occidentală, Africa de N, Platforma rusă, bazinele Donet și Ural, Siberia de N, Alaska, Midcontinent, Terra Nova și Noua Scoție.

Speciile *Archaediscus krestovnikovi*, *Archaediscus karreri* și *Valvulinella Youngi* sînt citate și de către H r. S p a s o v (1972) la sonda 11 Ograjden (fig. 1), în carota de la 858 m, considerată de vîrstă visean-superioară.

Fig. 1. Poziția unor sonde din preajma frontierei Româno-Bulgare.

Foraminiferelor caracteristice Viseanului se adaugă speciile de ostracode, identificate în carota de la 755,3—757,7 m (planșele I și II), care confirmă vîrsta respectivă.

Ținînd seama de asociația de foraminifere și, în primul rînd, de formele *Valvulinella Youngi*, *Archaediscus karreri*, *Archaediscus kristovnikovi* este justificat să se considere că seria detritică-terigenă de la sonda 5065 Negru Vodă aparține Viseanului terminal. Comparativ cu forajul 13 Comana, secțiunea deschisă de sonda 5065 ar reprezenta, probabil, un nivel stratigrafic superior (fig. 2).

Datele noi obținute de la sonda 5065 Negru Vodă confirmă concluziile cu caracter regional asupra Carboniferului din Dobrogea, prezentate

Fig.1

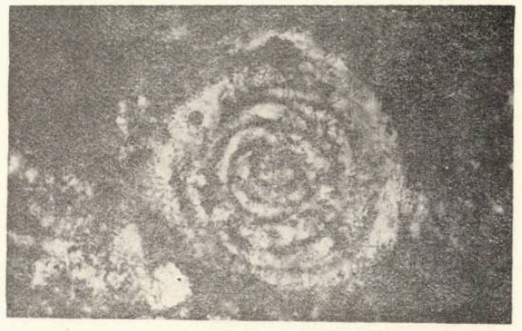


Fig 2

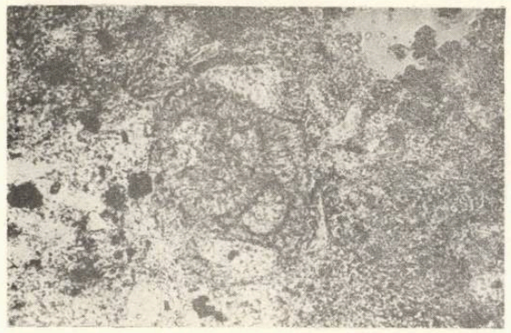


Fig 3

Fig. 4

Fig. 5

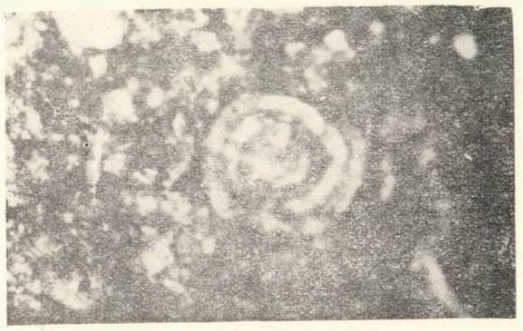
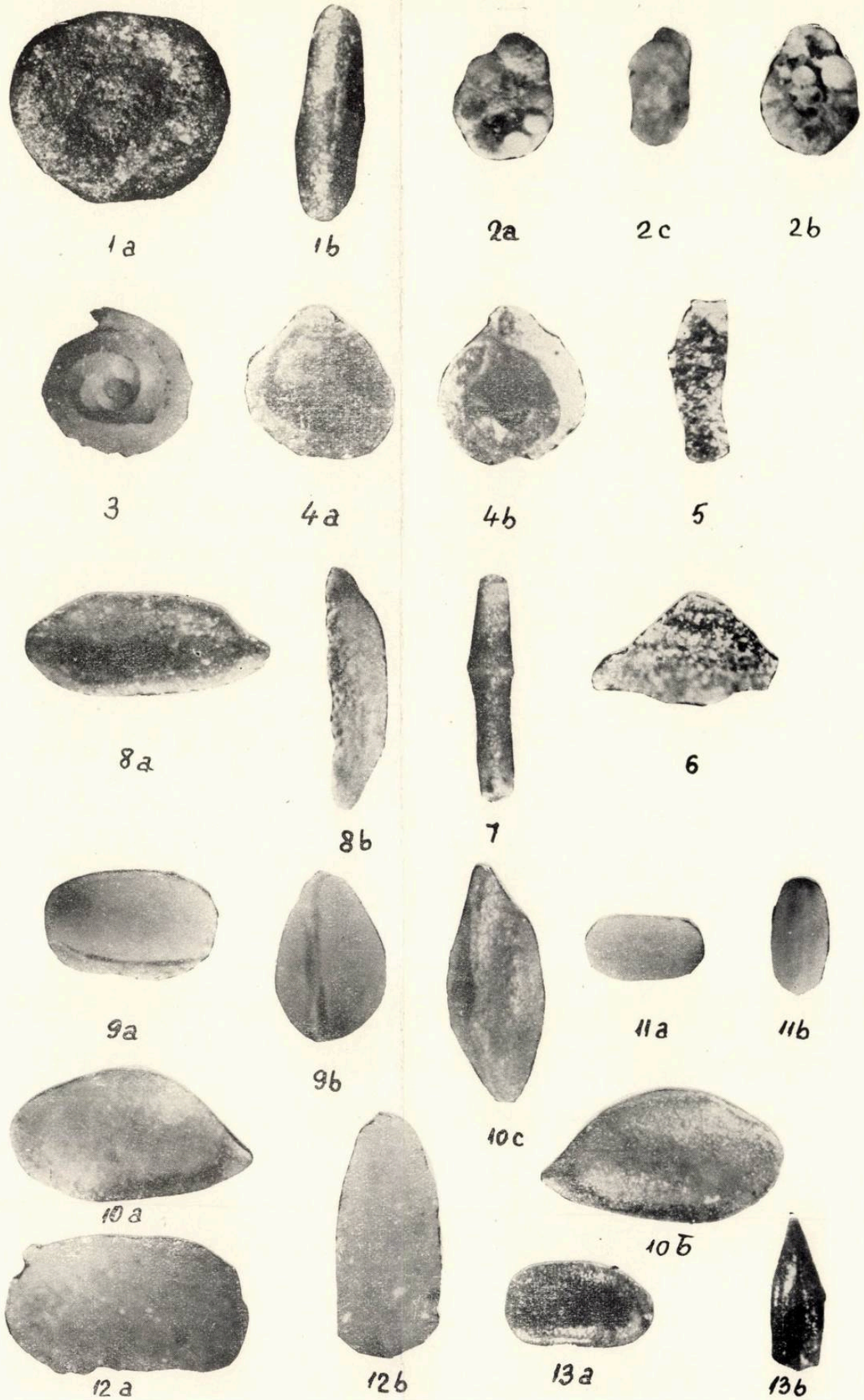


Fig. 6

Fig. 1. Archaediscus krestovnikovi Rauzer-Chernoussova secțiune axială oblică (× 200); Fig. 2. Archaediscus variabilis Reitlinger secțiune axială oblică (× 200); Fig. 3. Archaediscus karreriformis Reitlinger secțiune axială oblică (× 150); Fig. 4. Endothyra pseudobradyi Braznikhova secțiune ecuatorială oblică (× 200); Fig. 5. Plectogyra irregularis E. Y. Zeller secțiune ecuatorială oblică (× 200); Fig. 6. Ammodiscus parvus Reitlinger secțiune axială (× 200).






*1 a, b* — Thuramminoides sphaeroidalis Plummer (× 42); *2 a, b, c* — Plectogyra kleina Woodland (× 63); *3* — Glomospirella umbilicata Cushman și Waters (× 66); *4 a, b* — Archaediscus karreri Bradyi (× 66); *5* — Earlandia pulchra Cummings (× 66); *6* — Valvulinella youngi (Brady) (× 56); *7* — Earlandinella cylindrica Brady (× 51); 8 a, b — Macrocypris menardensis Harlton (× 42); *9 a, b* — Sansabella harrisi Croneis și Funkhouser (× 66); *10 a, b, c* — Bairdia golcondensis Croneis și Gale (× 55); *11 a, b* — Youngiella knighti Wilson (× 66); *12 a, b* — Sulcella decora Morey (× 66); *13 a, b* — Cytherella constricta Delo (× 66).

articolul anterior (Nurhan Năstăseanu, Paraschiv, 1973), şi anume :

— de o parte şi de alta a frontierii dobrogene, b depozitele mezozoice, sondele săpate au tîlnit Viseanul superior, care pare să se disună, direct, peste Devonian;

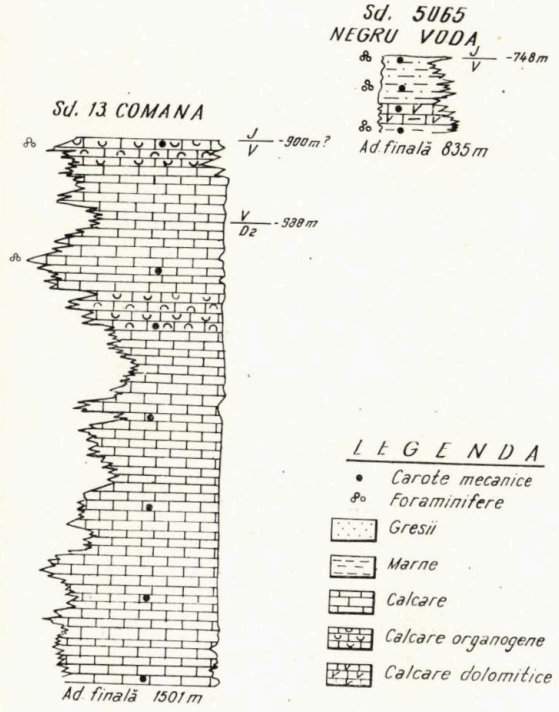



Fig. 2. Succesiunea stratigrafică a Paleozoicului din sondele 13 Comana şi 5065 Negru Vodă.

— la Comana, pe marginea de N a depresiunii Varna, se întîlnesc termenii bazali ai Viseanului superior, reprezentat, ca şi la N de Dunăre, prin calcare şi dolomite; pe măsură ce se merge către zona centrală a depresiunii Varna (bazinul carbonifer dobrogean), Viseanul superior trece mai întîi la un facies mixt (detritic-terigen, cu secvenţe de calcare şi dolomite), aşa cum este cazul la Negru Vodă şi Ograjden, şi apoi devine în întregime deteritic-terigen cu intercalaţii de cărbune şi erupţii bazice, elemente care anunţă apropierea faciesului de Culm; tot de la N înspre S, profilul Carboniferului se completează cu termeni, din ce în ce mai noi, aparţinînd Viseanului şi Carboniferului superior şi se îngroaşă, treptat, de la 80—100 m la Comana pînă la circa 3 800 m (dintre care numai Viseanului îi revine 2 100—2 500 m) în partea de N-E a Bulgariei.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Beju, D. Zonare şi corelare a Paleozoicului din platforma moesică pe baza asociaţiilor palino-protistologice. Petrol şi Gaze, **1**, 1973, p. 7—15.
2. Conil, R., Mortelmans, G. şi Pirlet H. Le Dinatien. Intern-Kongr. Stratigr. Geol. Karb., **2**, 1971, Krefeld. p. 1—34.
3. * * * Cercetări hidrogeologice prin foraje în zona localităţilor Adamclisi, Independenţa, Negru-Vodă şi General Scărişoreanu, I.F.L.G.S., 1970, arhiva M.M.P.G. Bucureşti, p. 1—21.
4. Konstantinova, V. şi Nicolov, Z. Petrology of the coal from the upper Carbon of the Dobroudja Basin in Bulgaria. Intern. Kongr. Stratigr. Geol. Karb., 1971, Krefeld, p. 95.
5. Mamet, B. Sur une microfaune du Viséen supérieur de Terre-Neuve. Naturaliste canadien, 95/6, 1968, p. 1 357—1 372.
6. * * * De l'emploi des Foraminifères pour une zonation du Carbonifère inferieur en Europe Centrale. Intern. Kongr. Stratigr. Geol. Karb., Krefeld, 1971, p. 108.
7. * * * Skipp, B. Lower Carboniferous calcareus Foraminifera : preliminary zonation and stratigraphic implications for the Nissisippian of North America. Congr. Intern. Stratigr. Géol. Carbonif., III, 1971, Sheffield, p. 1 129—1 146.
8. Năstăseanu Nurhan, Paraschiv, D. Prezenţa depozitelor carbonifere în sudul Dobrogei. Petrol şi gaze, **4**, 1973, p. 6—14.
9. Paraschiv, D. Studiul stratigrafic al Devonianului şi Carboniferului Platformei moesice de la V de rîul Argeş. Teză de doctorat, 1972, biblioteca Univ. Iaşi.
10. Răileanu Gr., Patraulis D., Bleahu, M. şi Mirăuţă, O. Le Carbonifère des Carpates Roumaines et de l'avant pays carpatique. C.R.V. ème Congr. Intern. Stratigr. Géol. Carbonif., **I**, 1964, Paris. p. 721—729.
11. Patrulius, D., Bleahu, M. Etat acutuel des conaissances sur le Paléozoique de Roumaine. An. Inst. geol. **XXXVI**, 1968, p. 63—84.
12. Spasov, Hr. Stratigrafica na dolniea Karbon v neakoi ot sondajite v severno-iztocina Bilgariea. Bul. Geol. Inst. Bulg. Acad. of Scienc., **XXI**, 1972, p. 5—17.
13. Tenkov, J. şi Kulaksasov, G. Scope and division of the Carboniferous from the Dobrogea coal Basin in Bulgaria. Intern. Kongr. Stratigr. Geol. Karb., 1971, p. 164, 165.

# Stabilitatea sistemelor coloidale, cu referire la fluidele de foraj

## I. Considerații teoretice privind stabilitatea coloizilor liofobi

I. Ana

Multe din problemele semnalate în ultimul timp, în procesul de foraj, sînt atribuite, în general, fluidelor de foraj. Sînt cunoscute [1, 2, 3] schimbările substanțiale ce se produc în proprietățile fluidului de foraj, la temperaturi și presiuni ridicate, precum și ca urmare a contaminării acestuia cu electroliți, argile, gaze, țiței și apă.

Cunoașterea proprietăților interfeței solid-lichid este deosebit de importantă și necesară în înțelegerea fenomenelor ca: dispersare, coagulare, floculare, agregare și sedimentare, ce au loc într-un sistem coloidal, cum este fluidul de foraj. Fluidul de foraj este un sistem eterogen, polidispers, compus dintr-o fază apoasă sau uleioasă — mediu de dispersie — în care se dizolvă diferite produse chimice (derivați de celuloză, derivați lignosulfonici, derivați ai acizilor humici, hidroxid de sodiu, calciu, săpunuri de sodiu și/sau calciu ale acizilor grași, asfalt etc.) și dintr-o fază solidă — mediul dispersat — constituită din betonite, argile organofile, carbonat de calciu, sulfat de bariu etc.

Comportarea complexă a sistemelor coloidale impune examinarea profundă a teoriilor care încearcă să explice stabilitatea acestor sisteme prin natura sarcinii electrice a particulelor. Indiferent de natura ei, sarcina electrică a particulelor joacă un rol important în stabilitatea sistemului coloidal.

În acest sens, numeroase investigații [4, 5, 6] au fost conduse către posibilitățile de stabilire a unor relații între natura forțelor dintre particulele sistemului și proprietățile acestuia.

Astfel, M u l l e r pe baza teoriei electrostatice, a electroliților tari a lui D e b y e și H ü c k e l a stabilit teoria electrostatică a coagulării [7].

V i c t o r K. L a M e r a investigat [8] reducerea stabilității suspensiilor de argilă în prezența polielectroliților anionici și a introdus un model matematic pentru descrierea acestui fenomen.

Mai tîrziu, M i c h a e l s și M o r t e n s o n [9] au examinat comportarea suspensiilor de argilă în prezența poliacrilatului de sodiu, poliacrilamidei parțial hidrolizate și a poliacrilonitrililor. P a c k t e r [10] a studiat interacțiunea dintre argilele montmorillonitice și carboximetilceluloza (CMC), iar R u e h v w e i n și W a r d [11] au pus în evidență procesul de floculare a caolinitului și montmorillonitului în prezența poliacrilatului de sodiu.

Teoriile recente [12] arată că, stabilitatea sistemelor coloidale este determinată de echilibrarea forțelor de atracție și repulsie dintre particulele individuale ale sistemului.

Investigațiile efectuate de B l a c k, B i r k n e r și M o r g a n [9] asupra micșorării stabilității suspensiilor de caolinit și montmorillonit au arătat că efectul maxim se produce atunci cînd mobilitățile electroforetice ale particulelor de argilă caolinitică și montmorillonitică au valori cuprinse între $(-0{,}7) - (0{,}0)$ $\mu \cdot s^{-1}/V \cdot cm^{-1}$ și respectiv $(-0{,}3) - (+0{,}7)$ $\mu \cdot s^{-1}/V \cdot cm^{-1}$.

Recent, K a n e și alții [13] au indicat că, flocularea suspensiilor de silice, în prezența polielectroliților, se produce atunci cînd mobilitatea electroforetică a particulelor se reduce la valoarea de 0,65 $\mu \cdot s^{-1}/V \cdot cm^{-1}$.

O c k e r s h a n s e n și P a t e r m a n [14] au arătat că reducerea stabilității suspensiilor de montmorillonit în prezența polielectroliților, la *p*H-ul de 7,6 se produce atunci cînd potențialul electrocinetic al particulelor se află cuprins între $-(31)-(-7)$ (mV).

Stabilirea potențialului electrocinetic (zeta) al particulelor sistemelor coloidale constituie una din puținele tehnici utilizate pentru investigarea distribuției sarcinilor în stratul dublu.

Determinarea mobilității electroforetice a particulelor, o altă tehnică de investigare a stabilității sistemelor disperse, se efectuează de obicei, numai pentru suspensiile diluate. Totuși anumite proprietăți ale fluidului de foraj — sistem polidispers — ca : viscozitatea, tensiunea de forfecare etc., depind, în mod considerabil, de concentrația particulelor din sistemul respectiv. În acest sens, L o n g și S y d n e y [15] au efectuat un studiu teoretic privind efectul suprapunerii stratelor dublu electrice ale particulelor sistemelor polidisperse asupra mobilității electroforetice.

Verificarea experimentală impune, însă, introducerea de metode pentru investigarea mobili-

ăţii electroforetice a particulelor sistemelor olidisperse, cu referire specială la fluidele le foraj.

Prezenta lucrare, constituită din două părţi, re drept scop examinarea, în prima parte (I) factorilor care influenţează stabilitatea sistemelor coloidale, în condiţii date de tărie ionică, pH, concentraţia particulelor etc. şi de a prezenta, în partea a doua (II), rezultatele experimentale efectuate la I.C.P.T.G. Cîmpina privind influenţa *p*H-ului, electroliţilor şi a polielectroliţilor asupra mobilităţii electroforetice a particulelor fluidului de foraj.

## 1. Teorii privind stabilitatea sistemelor coloidale

Deşi toate sistemele coloidale sînt, în principiu, sisteme instabile — stabilitatea sistemelor coloidale fiind o noţiune termodinamică — se poate vorbi, totuşi, în practică de gradul diferit al stabilităţii relative.

O tratare riguroasă a mecanismului stabilităţii sistemelor coloidale nu a putut fi elaborată decît în ultimul timp.

Se credea pînă nu de mult că stabilitatea unui sistem coloidal se datoreşte, în exclusivitate, proceselor fizico-chimice superficiale ce au loc în sistem, criteriile după care se aprecia stabilitatea fiind pragul de coagulare şi gradul de ocupare (adsorbţie) a suprafeţelor particulelor.

Studiile teoretice efectuate în ultimul timp, verificate experimental, au dus la concluzia că explicaţia completă a stabilităţii coloizilor nu se poate baza numai pe procesele fizico-chimice superficiale. A apărut, astfel, teoria electrochimică a stabilităţii sistemelor coloidale care are la bază formarea stratului dublu electric şi acţiunea potenţialului electrocinetic corespunzător acestuia. Posibilitatea de a mări sau micşora stabilitatea unui sistem coloidal prin modificarea concentraţiei diferiţilor ioni din soluţie, însoţită de creşterea sau micşorarea potenţialului electrocinetic, pledează în favoarea unui asemenea mecanism.

Totuşi, stabilitatea unui sistem coloidal se poate explica riguros matematic numai dacă se iau în consideraţie, în acelaşi timp, atît forţele electrice, cît şi cele cinetice-moleculare, London van der Waals, dintre particule.

Teoria modernă a stabilităţii sistemelor coloidale, propusă de Hamaker şi dezvoltată ulterior, sub formă riguros matematică de Derjaguin, London, Verwey şi Overbeek [16], cunoscută sub numele de „teoria D.L.V.O.", completează teoria electrochimică a stabilităţii sistemelor coloidale, prin aceea că ţine seama de forţele de respingere şi de atracţie dintre particulele sistemului respectiv.

## 2. Configuraţia stratului dublu electric

Stratul dublu electric, situat la limita de separare a fazelor (solid/lichid), se formează ca urmare a atracţiei electrostatice dintre ionii adsorbiţi pe particule sau ioni existenţi pe particule (ca urmare a defectelor de reţea) şi ionii de sarcină contrară existenţi în suspensie.

Ca urmare a atracţiei electrostatice, sarcinile electrice tind să se orienteze de o parte şi de alta a interfeţei în două straturi paralele la o distanţă minimă posibilă. Acest model (fig. 1) al

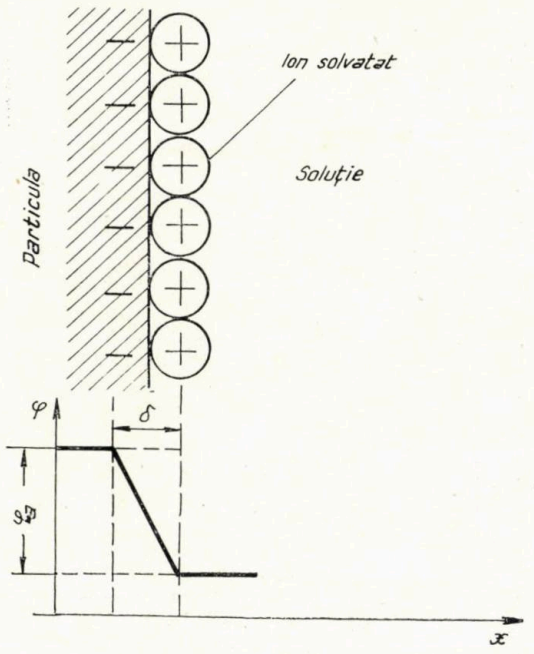



Fig. 1. Modelul stratului dublu electric şi variaţia potenţialului după Helmholtz.

stratului dublu electric, produs de Helmholtz, corespunde unui condensator plan, cu distanţă fixă între armături şi de capacitate constantă.

În conformitate cu modelul Helmholtz, diferenţa de potenţial în stratul dublu electric variază linear.

O astfel de ordonare ca în figura 1 este, însă, distrusă de agitaţia termică, ce tinde să realizeze o distribuţie uniformă a ionilor în soluţie. Ca urmare a celor două tendinţe contradictorii determinate de atracţia electrostatică şi agitaţia termică, repartiţia sarcinilor se face astfel încît numai o parte din sarcinile electrice se găsesc la distanţă minimă de suprafaţa de separare, în timp ce restul sînt răspîndite în interiorul soluţiei.

Astfel, Gouy şi Chapman îmbunătăţesc modelul stratului dublu, considerîndu-l cu armătura din soluţie difuză [17]. Calculul capacităţii stratului dublu, folosind modelul Gouy şi Chapman, conduce la rezultate ce nu concordă cu cele obţinute pe cale experimentală [18].

Pornind de la aceste diferenţe, S t e r n şi, mai tîrziu G r a h a m e [19] îmbunătăţesc modelul propus de G o u y şi C h a p m a n, stabilind că stratul dublu electric este format dintr-o parte fixă şi o parte difuză (fig. 2).

Partea fixă poartă numele de strat Helmholtz iar partea difuză se întîlneşte, uneori, sub denumirea de strat Gouy.

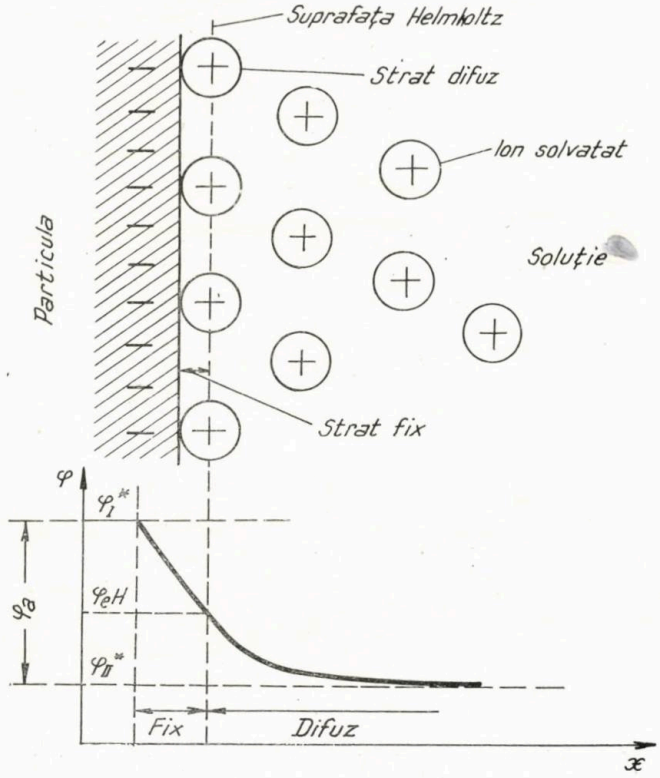



Fig. 2. Modelul stratului dublu electric şi variaţia potenţialului după Stern-Grahame.

Structura stratului fix se complică, datorită faptului că ionii de acelaşi semn cu sarcina particulei se pot adsorbi pe suprafaţa particulei. Aceşti ioni, specific adsorbiţi, pierd, spre deosebire de ionii solvataţi din stratul Helmholtz exterior, pătura de solvatare. Centrele lor formează suprafaţa Helmholtz interioară (fig. 3).

Trebuie avut în vedere că, atît moleculele de solvent, cît şi alte molecule existente în sistem (substanţe tensioactive, gaze dizolvate etc.), pot fi de asemenea adsorbite specific pe suprafaţa particulelor.

Studiile recente efectuate [19] au stabilit că între suprafaţa particulei şi ionii hidrataţi se găseşte dispus un strat de molecule de apă adsorbite (fig. 4).

Aceste molecule de apă sînt mai mult sau mai puţin orientate, funcţie de valoarea momentului de dipol şi de mărimea şi direcţia cîmpului electric produs de sarcinile în exces.

Corespunzător împărţirii stratului dublu electric, într-un strat fix, care cuprinde stratul Helmholtz interior şi stratul Helmholtz exterior, şi unul difuz (fig. 3), diferenţa de potenţi ($\varphi_a$) se compune din :

$$\varphi_a = \varphi_{fix} + \varphi_{difuz} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

$$\varphi_{fix} = \varphi_{I^*} - \varphi_{eH} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

$$\varphi_{difuz} = \varphi eH - \varphi_{II^*} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3$$

Diferenţa de potenţial în stratul fix ($\varphi_{fix}$) s compune, în cazul prezenţei ionilor adsorbi specific, din :

$$\varphi_{fix} = (\varphi_{I^*} - \varphi_{iH}) + (\varphi_{iH} - \varphi_{eH}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4$$

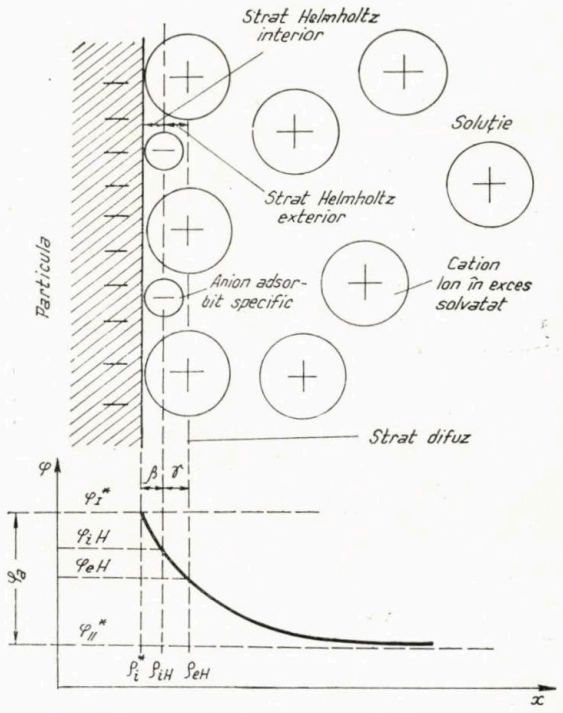



Fig. 3. Structura stratului fix şi curba variaţiei potenţialului în stratul fix şi difuz.

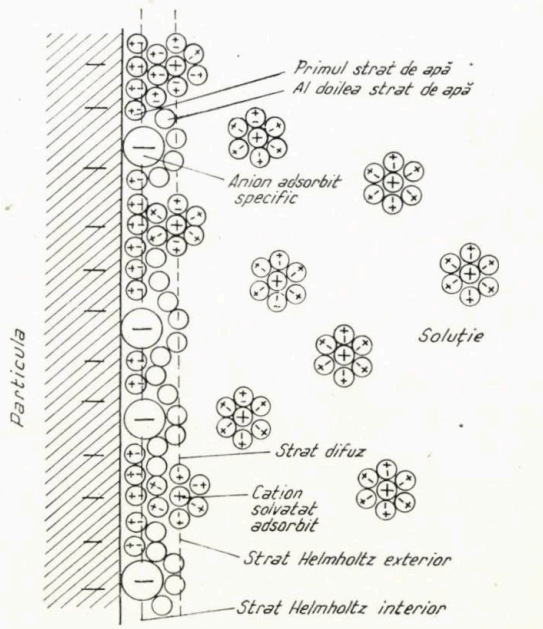



Fig. 4. Distribuţia moleculelor de apă în stratul Helmholtz.

Diferența dintre potențialul suprafeței particulei și potențialul soluției poartă numele de potențial termodinamic, pe cînd diferența dintre potențialul stratului fix și potențialul stratului difuz este cunoscută sub numele de potențial electrocinetic sau potențial zeta ($\xi$).

Potențialul electrocinetic are întotdeauna, o valoare mai mică decît cel termodinamic și, spre deosebire de acesta, nu ia naștere decît la deplasarea reciprocă a fazelor. S-a stabilit că suprafața de alunecare (planul de forfecare) se află situat în stratul difuz la o distanță de aproximativ 3,6Å de planul Helmholtz exterior.

Valoarea potențialului electrocinetic se stabilește [20, 21] din datele experimentale ale electroosmozei, potențialului de curgere și electroforezei cu ajutorul relațiilor :

$$\xi = -\frac{P.S.}{2\,D \cdot F} \tag{5}$$

$$\xi = -\frac{4\pi\eta F}{D.\,P.}\left(\frac{C}{R}\right) \tag{6}$$

$$\xi = -\frac{4\pi\eta\ Ve}{D} \tag{7}$$

Potențialul electrocinetic, spre deosebire de potențialul termodinamic, are un rol însemnat într-o serie de fenomene superficiale. Astfel, cu cît potențialul electrocinetic este mai mare (în valoare absolută), cu atît forțele de repulsie dintre particule vor fi mai mari și cu atît sistemul respectiv va fi mai stabil. Există, totuși, o valoare a potențialului electrocinetic — punctul izoelectric — sub care sistemul coloidal își pierde stabilitatea.

### 3. Efectul electroliților asupra configurației stratului dublu electric

Calculul distribuției ionilor în stratul difuz, funcție de conținutul de electroliți din volumul soluției, arată că atmosfera de contraioni difuză este comprimată către suprafața particulei, atunci cînd concentrația electrolitului crește.

Efectul creșterii concentrației asupra potențialului de suprafață și a sarcinii de suprafață a particulelor depinde [22] de tipul stratului dublu.

Dacă potențialul de suprafață al particulelor este determinat de ionii adsorbiți — ioni determinanți de potențial — mărimea acestui potențial nu este afectată de creșterea concentrației electrolitului.

Pentru acest tip de strat dublu electric s-a stabilit că sarcina suprafeței particulei crește cu creșterea concentrației electrolitului, pe cînd potențialul de suprafață rămîne constant (fig. 5).

Dacă potențialul de suprafață este determinat de imperfecțiunile rețelei cristaline ale particulei (cazul particulelor de argilă), sarcina

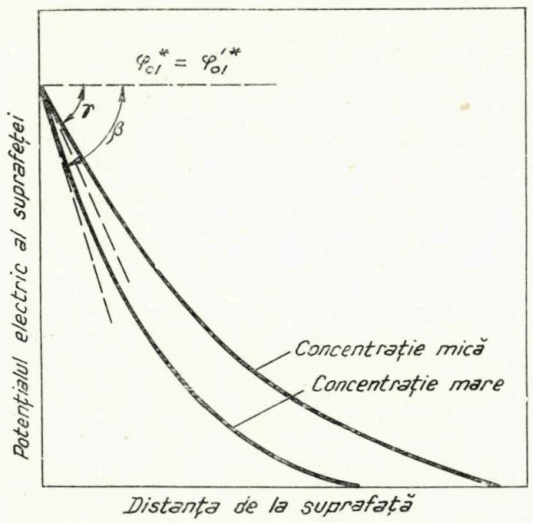



Fig. 5. Variația potențialului în stratul dublu electric funcție de distanță, la concentrații diferite de electrolit.

suprafeței nu se schimbă cu creșterea concentrației electrolitului. Stratul difuz este comprimat și potențialul de suprafață descrește cu creșterea concentrației electrolitului (fig. 6).

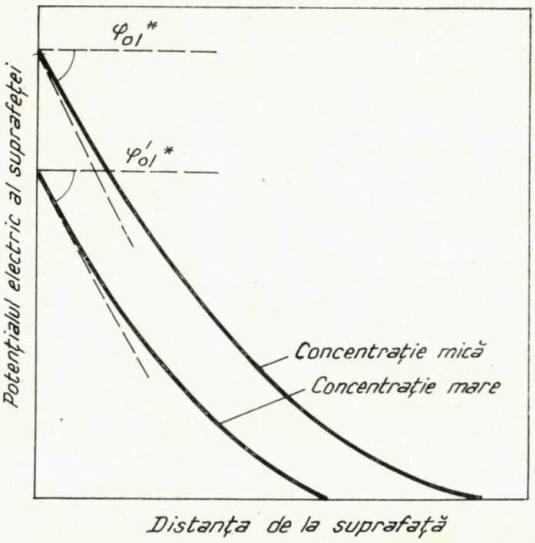



Fig. 6. Variația potențialului electric al unei particule de argilă funcție de distanța de la suprafață pentru concentrații diferite de electrolit.

Pornind de la modelul Gouy-Stern-Grahame al stratului dublu electric [23] și utilizînd diagrama schematică din figura 3, se prezintă ecuațiile care descriu variațiile potențialului electrocinetic și ale sarcinii particulelor funcție de concentrația electrolitului :

$$\frac{d\xi}{d\ln c} = \frac{d\varphi_{difuz}}{d\ln c} =$$

$$= -\frac{KT}{Z \cdot e}\ tanh\left(\frac{Z \cdot e \cdot \varphi_{difuz}}{2\,K \cdot T}\right)\left(1 - \frac{2}{\rho d} \cdot \frac{d\rho_d}{d\ln c}\right) \tag{8}$$

$$\frac{d\,\rho_d}{d\ln c} = \frac{K\cdot D}{4\pi d}\left[\frac{d\varphi_{difuz}}{d\ln c} - \left(1 - \frac{1}{\rho_i}\frac{d\rho_i}{d\ln c}\right)\frac{K\cdot T}{z\cdot e}\right] \tag{9}$$

Cînd sarcina de suprafață este constantă, rezultă că :

$$\frac{d\rho_i}{d\ln c} = -\frac{d\rho_d}{d\ln c} \tag{10}$$

Prin înlocuirea acestei relații în ecuațiile de mai sus și efectuarea calculelor corespunzătoare, se obține ecuația de variație a potențialului electrocinetic cu concentrația electrolitului :

$$\frac{d\xi}{d\ln c} = -\frac{K\cdot T}{z\cdot e}\,tanh\left(\frac{z\cdot e\,\varphi_{difuz}}{2KT}\right)\frac{\left[\frac{4\pi d}{D} + \frac{KT}{z\cdot e}\left(\frac{1}{\rho_i} + \frac{2}{\rho_d}\right)\right]}{\left\{\frac{4\pi d}{D} + \frac{KT}{z\cdot e}\left[\frac{1}{\rho_i} + \frac{2}{\rho_d}\,tanh\left(\frac{z\cdot e\cdot \rho_{difuz}}{2KT}\right)\right]\right\}} \tag{11}$$

Dacă ($\varphi_{difuz}$) este suficient de mare ( $>75$ mV) atunci :

$tanh\left(\frac{Z\cdot e\cdot \varphi_{difuz}}{2\ KT}\right)$ se apropie de $(-1)$, astfel că :

$$\frac{d\ \xi}{d\ \ln c} = \frac{KT}{Ze} \tag{12}$$

sau :

$$\frac{d\xi}{d\ \log c} = \frac{59{,}8}{Z} \tag{13}$$

Această ecuație arată că, potențialul electrocinetic se micșorează în valoare absolută, cu aproximativ 60 mV, atunci cînd concentrația electrolitului monovalent din sistem crește de zece ori.

Pentru valori mai mici ale lui ($\varphi_{difuz}$), variația potențialui electrocinetic cu concentrația va fi mai mică. Studiile efectuate au stabilit că reducerea este de 25 mV, pentru o schimbare a concentrației de zece ori.

## 4. Relația dintre stabilitatea electroforetică și potențialul electrocinetic

Determinarea potențialului electrocinetic din măsurătorile electroforetice impune stabilirea unei relații între cele două mărimi. Relația cea mai veche de acest tip, obținută de Helmholtz și îmbunătățită de Smoluchowski, este de forma :

$$V_e = \frac{D\cdot \xi}{4\pi\eta} \tag{14}$$

Lucrările recente, efectuate de H ü c k e l, H e n r y și W i e r s e m a [24] au stabilit că exactitatea acestei ecuații este uneori limitat La această concluzie au ajuns, independen O v e r b e e k și B o o t h care au exprim mobilitatea electroforetică ca o serie de pute a potențialului electrocinetic :

$$V_e = C_1\xi + C_2\xi^2 + C_3\xi^3 + C_4\xi^4 + \tag{1}$$

Pentru stabilirea mobilității electroforetic se presupune că particula coloidală, plus strat dublu, sub formă de sferă, este încărcată pozitiv (În mod asemănător, se calculează pentru pa ticula încărcată negativ). În figura 7 sînt pr zentate forțele ce acționează asupra particul aflată în mișcare electroforetică :

(a) Forța exercitată de cîmpul electric :

$$F_1 = Q.X \tag{16}$$

(b) Forța de frecare Stokes :

$$F_2 = -6\pi\ \eta\cdot a\cdot V_e \tag{17}$$

(c) Forța de reținere $F_3$ (reținere electrofo retică) rezultată în procesul de curgere a solventului ;

(d) Forța de reținere $F_4$ (efect de relaxare), c se stabilește la scurt timp după aplicarea cîmpulu electric, ca urmare a faptului că centrul atmosferei ionice, rămîne în urma centrului particulei.

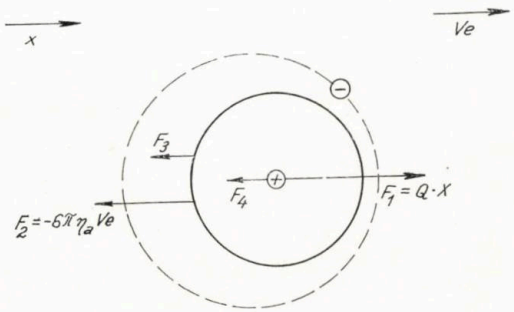



Fig. 7. Forțele ce acționează asupra particulei aflate în mișcare electroforetică (linia punctată reprezintă atmosfera ionică).

Prin combinarea relațiilor (15) (16) și (17) și pe baza lucrărilor lui Wiersema, Loeb și Overbeek, se obține ecuația ce definește mobilitatea electroforetică :

$$Ve = \frac{E\cdot D\cdot \xi}{4\pi\cdot\eta}[1 + 2\ \lambda\ (f-1)] \tag{18}$$

Aceasta stabilește că mobilitatea electroforetică a particulelor sistemului coloidal este

uncţie directă a cîmpului electric, constantei ielectrice, naturii electrice, formei şi concenraţiei particulelor (potenţialul electrocinetic) i funcţie inversă a viscozităţii sistemului.

## . Interacţiunea dintre particulele sistemului oloidal

Cînd particulele unui sistem coloidal se ıpropie una de alta, datorită mişcării browniene, ıtmosferele lor difuze încep să interacţioneze. S-a stabilit [25] că, stabilitatea sistemului oloidal este determinată, în mod considerabil, le interacţiunea dintre particulele sistemului. Aceasta se explică prin aceea că, pe lîngă repulsia electrostatică dintre particulele cu aceeaşi sarcină, intervine şi atracţia prin forţe tip London — van der Waals.

### 5.1. *Repulsia datorită stratului dublu electric.*

Cînd două particule, încărcate cu acelaşi tip de sarcină, se apropie, pînă la o anumită distanţă, între stratele difuze Gouy, apare o repulsie electrostatică. Repulsia va fi cu atît mai puternică, cu cît valoarea absolută a potenţialului electrocinetic este mai mare.

Energia de repulsie ($V_R$), calculată pe baza „teoriei D.L.V.O.", scade exponenţial cu creşterea distanţei dintre particule. În figura 8, sînt prezentate curbele de energie pentru acelaşi tip de particule, dar la diferite concentraţii de electrolit (indicate prin „mică", „intermediară" şi „mare").

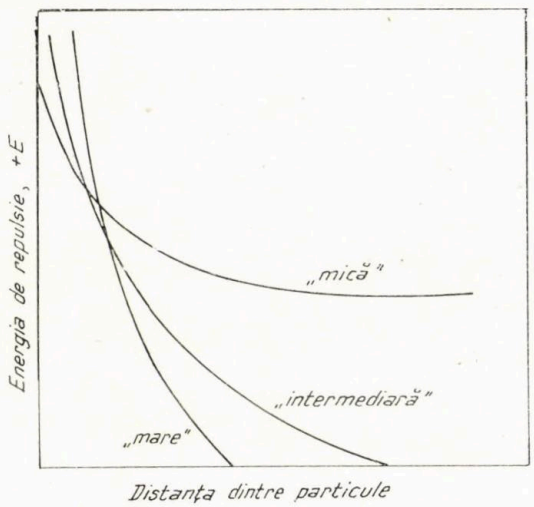



Fig. 8. Curbele energiei de repulsie funcţie de distanţa dintre particule pentru trei concentraţii diferite.

Se constată că, datorită comprimării stratului dublu electric, ca urmare a creşterii concentraţiei electrolitului, domeniul de repulsie se reduce în mod marcant. Energia de repulsie descreşte aproximativ exponenţial cu creşterea distanţei dintre particule.

### 5.2. *Atracţia London — van der Waals*

Stabilitatea redusă a sistemelor coloidale (coagularea—floculareа) demonstrează elocvent existenţa unor forţe de atracţie între particulele sistemului coloidal. Aceste forţe de atracţie, tip London — van der Waals, sînt de acelaşi ordin de mărime cu forţele de repulsie. Deşi, aparent, forţele London — van der Waals nu pot fi de acelaşi ordin de mărime cu forţele de repulsie, deoarece sînt reduse şi scad cu distanţa, totuşi, atracţia London-van der Waals dintre perechile de atomi ale particulelor, fiind aditivă, conduce la o forţă de atracţie similară cu cea de repulsie.

Stabilirea energiei de atracţie ($V_A$) dintre două particule are la bază relaţia tip London [26] dintre doi atomi.

Importanţa deosebită a problemei stabilităţii sistemelor coloidale a făcut ca în ultimii ani să se efectueze încercări de măsurare a energiei de atracţie London-van der Waals. Rezultatele obţinute au confirmat teoria prin care forţele London-van der Waals dintre particulele sistemului coloidal sînt de acelaşi ordin de mărime cu forţele de repulsie.

### 5.3. *Rezultanta repulsiei şi atracţiei*

Energia totală ($V_T$) a interacţiunii dintre particulele unui sistem coloidal este dată de relaţia:

$$V_T = \sum_{i=1}^{n} (V_R + V_A) \qquad (19)$$

Curba energiei totale (fig. 9) se obţine prin adiţia curbelor ce reprezintă energia de repulsie şi energia de atracţie la anumite distanţe, considerînd energia de repulsie pozitivă şi energia de atracţie negativă.

Poziţia curbei energiei totale permite interpretarea stabilităţii sistemelor coloidale [12], după cum urmează :

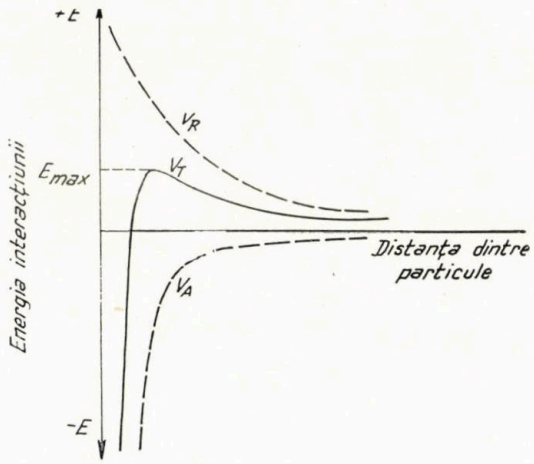



Fig. 9. Energia interacţiunii dintre două particule funcţie de distanţă.

— dacă curba energiei totale se găseşte sub axa distanţei dintre particule (fig. 10a), atunci sistemul prezintă stabilitate redusă (sistem coagulat);

— dacă curba energiei totale se află deasupra axei distanţei dintre particule (fig. 10b), sistemul prezintă stabilitate ridicată (sistem peptizat).

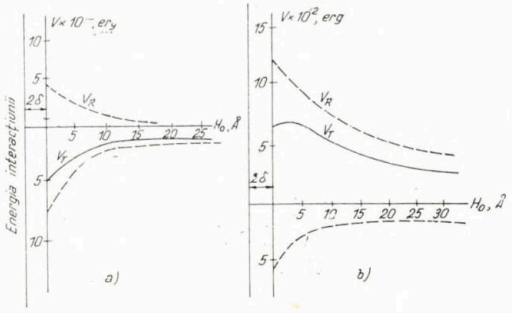



Fig. 10. Interpretarea stabilităţii sistemelor coloidale prin poziţia curbei totale de energie.

Poziţia curbei energiei totale, pentru un sistem coloidal dat, este determinată, în primul rînd, de gradul de comprimare a stratului dublu electric (fig. 11).

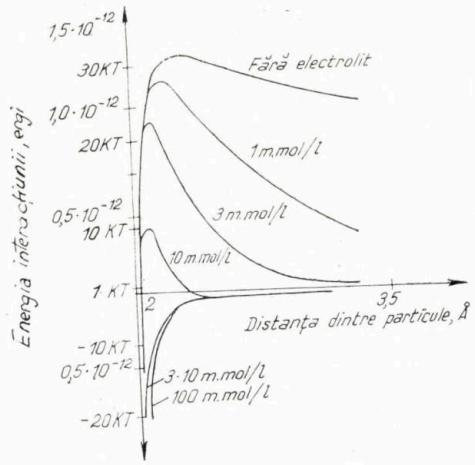



Fig. 11. Influenţa concentraţiei electrolitului asupra energiei de interacţiune dintre două particule.

S-a stabilit că bariera energetică (valoarea maximă a energiei interacţiunii) de aproximativ 15 KT este necesară pentru a realiza stabilitatea unui sistem coloidal diluat.

Pentru sistemele concentrate, în care stabilitatea este mult mai mică decît cea pentru sistemele diluate, bariera de energie necesară asigurării stabilităţii va fi de aproximativ 25 KT.

## 6. Energetica floculării şi redispersării sistemelor coloidale prin polimeri

Cînd un agent de floculare (de exemplu, poliacrilamida parţial hidrolizată) se adaugă unui sistem coloidal, în cantităţi reduse de ordinul părţilor per milion, se produce o floculare a particulelor sistemului respectiv.

Cinetica formării flocoanelor şi distrugerii lor a fost studiată de Smellie, La Mer, Healy, Walles [27] şi alţii. Pe baza studiilor efectuate, La Mer, a scos în evidenţă necesitatea delimitării clare a celor două noţiuni de „coagulare" şi „floculare", „coagularea" reprezentînd micşorarea stabilităţii sistemului coloidal prin reducerea potenţialului electrocinetic al particulelor, iar „floculareа" reprezentînd micşorarea stabilităţii sistemului prin mecanismul „chemical bridging", care implică legarea (înfăşurarea) particulelor într-o reţea tridimensională.

Reubrwein şi Ward au fost primii care au propus mecanismul de „înfăşurare prin polimeri" pentru explicarea micşorării stabilităţii suspensiilor de argilă. Mai tîrziu, La Mer şi colaboratorii săi au elaborat un model matematic pentru mecanismul de „înfăşurare prin polimeri". Conform acestei teorii, molecula polimerului se fixează pe suprafaţa peliculei suspendate, pe unul sau mai multe locuri de adsorbţie, lăsînd o parte a moleculei să se extindă în soluţie.

Cînd această parte a moleculei din soluţie vine în contact cu locurile de adsorbţie libere de pe alte particule, se formează legătura (podul, înfăşurarea).

S-a stabilit [28] că viteza de formare a flocoanelor este dată de relaţia :

$$-\frac{d_n}{d_t} = K_1 n^2 \theta (1-\theta) \qquad (20)$$

Procesul de floculare se produce pentru toate valorile lui $\theta$, maximul avînd loc la o acoperire a particulelor de peste jumătate ($\theta > 0{,}5$).

Starea de floculare a sistemului se reduce, în mod considerabil, printr-o agitare puternică (creşterea energiei interne a sistemului).

Pornind de la aceste considerente, în figura 12 se prezintă [28] o schemă simplificată a profilului energiei, pentru a indica limitele aproximative ale energiilor care delimitează nivelele meta-stabile pentru sistemul particulă coloidală (s) — moleculă de polimer (P).

Procesele dintre nivelele de energie sînt :

(1) $P + S \rightleftharpoons PS$ (unitate flocon);

(2) $nPS \rightleftharpoons (PS)n$ (microflocon);

(3) $(PS)n \rightleftharpoons nPS$ (desfacerea microfloconului);

(4) $PS + P \rightleftharpoons PSP$ (saturarea suprafeţei particulei).

Stările de energie ale sistemului, conform gurii 12, sînt :

a) Dispersat (stare inițială) . . . . . $(E_1)$;
b) Adsorbția polimerului pînă la $\theta = 0{,}5$ $E_2$;
c) Floculat (stare meta-stabilă) . . . . $E_3$;
d) Redispersat . . . . . $E_4 = E_2$;
e) Adsorbție pînă la $\theta = 1$ (stare finală) . . $E_5$

Energiile de activare, asociate proceselor(1–4) intre nivelele de energie sînt : $A_1$ ; $A_2$ ; $A_3$ și $A_4$.

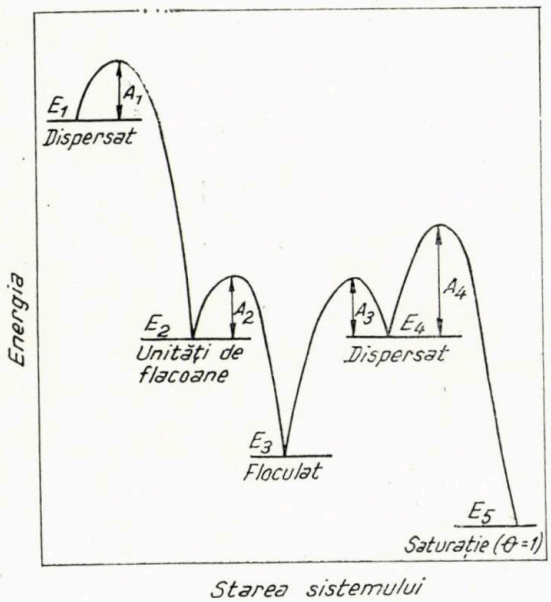



Fig. 12. Schematizarea profilului de energie pentru un sistem coloidal.

Profilul de energie, schematizat în figura 12, ajută la înțelegerea comportării uneori paradoxale a suspensiilor coloidale ce sînt floculate prin polimeri.

## Concluzii

1. Stabilitatea unui sistem coloidal se poate explica riguros matematic, dacă se iau în considerație atît formarea stratului dublu electric și acțiunea potențialului electrocinetic corespunzător, cît și forțele de respingere și atracție dintre particulele sistemului respectiv.

2. Sistemele coloidale, caracterizate printr-un potențial electrocinetic mare, în valoare absolută, prezintă stabilitate ridicată.

3. Valoarea potențialului electrocinetic se micșorează o dată cu creșterea concentrației de electrolit.

4. Polimerii hidrolizabili produc micșorarea stabilității sistemelor coloidale prin fenomenul de „floculare", care constă în legarea (înfășurarea) particulelor într-o rețea tridimensională.

5. „Coagularea" reprezintă procesul de micșorare a stabilității sistemului coloidal ca urmare a reducerii potențialului electrocinetic al particulelor acestuia.

6. Stabilirea potențialului electrocinetic și mobilității electroforetice constituie tehnici moderne de investigare a stabilității sistemelor coloidale.

### NOTAȚII

$\varphi_a$ — potențial termodinamic ;
$\varphi_{fix}$ — potențialul stratului fix ;
$\varphi_{difuz}$ — potențialul stratului difuz ;
$\varphi_I^*$ — potențialul suprafeței particulei ;
$\varphi_{dH}$ — potențialul stratului Helmholtz exterior ;
$\varphi_{II}^*$ — potențialul soluției ;
$\varphi_{iH}$ — potențialul stratului Helmholtz interior ;
$\xi$ — potențialul electrocinetic ;
$P$ — presiunea de curgere ;
$S$ — secțiunea de curgere ;
$D$ — constanta dielectrică a sistemului ;
$E$ — gradientul de potențial ;
$\eta$ — vîscozitatea ;
$\left(\frac{C}{R}\right)$ — conductanța specifică ;
$Ve$ — mobilitatea electroforetică ;
$c$ — concentrația electrolitului ;
$K$ — constanta lui Boltzman ;
$T$ — temperatura absolută ;
$e$ — sarcina electronului ;
$Z$ — valența ;
$\rho_d$ — densitatea sarcinilor în strat difuz ;
$d$ — grosimea stratului difuz ;
$\rho_i$ — densitatea sarcinilor în stratul fix ;
$C_1 \ldots C_4$ — coeficienți de corecție ;
$Q$ — sarcina particulei ;
$X$ — forța cîmpului electric ;
$a$ — raza particulei ;
$X$ — forța electrică pe unitatea de suprafață ;
$f$ — factor funcție de raza particulei ;
$\frac{dn}{dt}$ — viteza de formare a flocoanelor ;
$K_1$ — constantă ;
$n$ — numărul de particule ;
$\theta$ — porțiune din suprafața particulei acoperite de polimer.

### BIBLIOGRAFIE

1. Peters, H. Metode pentru cercetarea fluidului de foraj la temperaturi și presiuni ridicate. Erdöl — Erdagas — Zeitschrift, nr. 1, 1966, p. 11–25.
2. Weintrit, D. și Hughes, R., Factorii care influențează fluidele de foraj, J. Petrol, Technol. **XVII**, nr. 6, iun, 1965, p. 707–716.

3. Kelly, J. Cum se comportă fluidele pe bază de lignosulfonaţi la temperaturi ridicate. Oil Gas J. **62**, nr. 40, oct. 5, 1964, p. 112—119.

4. Matijevic, F. ş.a. Stabilitatea siliciului coloidal, J. of Colloid and Interface Science, **35**, nr. 4, april. 1971, p. 560—565.

5. Levine, S. şi Bell, G. Extinderea teoriei stabilităţii, coloizilor liofobi. J. of Colloid and Interface Science, **17**, nr. 9, dec. 1962, p. 838—856.

6. Pockhom, R. Cîteva studii asupra coagulării suspensiilor de argilă cu săruri hidrolizabile J. of Colloid Science, **20**, nr. 20, ian. 1965, p. 81.

7. Ruţkov, A.P. Chimie Coloidală, Ed. tehnică, Bucureşti, 1960, p. 135—150.

8. La Mer, K.V. Energetica floculării şi redispersării prin polimeri, J. of Colloid Science, **19**, nr. 4, april. 1964, p. 323—332.

9. Black, A. P., ş.a. Efectul adsorbţiei polimerilor asupra stabilităţii suspensiilor diluate de argilă. J. of Colloid and Interface Science, **21**, nr. 6, iun. 1960, p. 626—648.

10. Packer, A. Interacţiunea argilelor montmorillonitice cu polielectroliţi. Soil Science, **83**, 335, 1957.

11. Ruehrwein, R. A. ş.a. Mecanismul agregării argilelor prin electroliţi. Soil Science, **73**, 485, 1952.

12. Freux, G. şi Overbeek, G. Repeptizarea şi teoria coloizilor, J. of Colloid and Interface Science, **38**, nr. 2, febr. 1972, p. 376—385.

13. Kane, J. C. ş.a. Studiul filtrării şi mobilităţii electroforetice a suspensiilor de silice floculate, J. Am. Chem. Soc. **86**, 3450, 1964.

14. Ockershausen, R. W. ş.a. Discuţii asupra măsurării potenţialului zeta. J. American Water Works Assoc, **56**, 224, 1964.

15. Long R. P. Ross, S. Efectele suprapunerii stratelor dublu electrice asupra mobilităţii electroforetice a suspensiilor polidisperse, J. of Colloid and Interface Science, **26**, nr. 4, 1968, p. 434—446.

16. Stanley, S. D. Proprietăţiile emulsiilor stabiliza cu ajutorul unui amestec de surfactanţi anionici şi pol electroliţi anionici. J. of Colloid and Interface Scienc **35** nr. 4 april. 1971, p. 665—670.

17. Atanasiu, I. ş.a. Electrochimie, Principii teoretic Ed. tehnică, Bucureşti, 1958.

18. Forker, W. Electrochemische Kinetik, Academi Werlog, Berlin, 1966, p. 10—25.

19. Robert, J. H. J. of Colloid and Interface Scienc **18**, nr. 9, dec. 1963, p. 833—845.

20. Tilenschi, S. Chimie coloidală. Ed. tehnică, Bucureşt 1964, p. 57—188.

21. Healy, T. W., Studii privind floculareа şi dispersare suspensiilor de cuarţ în prezenţa poliacrilamidei. J of. Colloid Science, **16**, nr. 6, dec. 1961.

22. Olphen, H. Introducere în chimia coloidală a argilelor Interscience Publishers, New York — London, 1963

23. Hunter, R.J., Dependenţa potenţialului electrocineti de concentraţia electrolitului, J. of Colloid and Interfac Science, **37**, nr. 3, nov. 1971.

24. Wiersema, P. H. Calculul mobilităţii electroforetic a particulelor coloidale sferice. J. of Colloid Science **22**, nr. 1 july, 1966, p. 79—99.

25. Kruyt, H. R. Colloid Science, Elsevier Publishing Company, Amsterdam — Houston London — New-York, 1952, p. 245—278.

26. Chifu, E. Chimie Coloidală, Ed. didactică şi pedagogică Bucureşti, 1969, p. 261—280.

27. Walls, W. E. Rolul greutăţii moleculare a floculantului în floculareа suspensiilor, J. of Colloid and Interface Science, **27**, nr. 4, aug. 1968, p. 797—803.

28. Healy, Th. Energetica floculării şi redispersării prin polimeri, J. of. Colloid Science, **19**, nr. 4, april. 1964, p. 323—332.

# Comportarea unui zăcămînt exploatat prin spălare cu apă

R. Ioachimciuc

## Date geologice

Zăcămîntul este situat în centrul Platformei Moesice şi se dezvoltă la o adîncime medie de 2 030 m.

Formaţiunea productivă este reprezentată prin Sarmaţianul 3 (Sa3), care este depus peste un relief cretacic.

În cadrul acestui complex, au fost individualizate patru pachete de strate, *a*, *b*, *c*, şi *d*, saturate cu ţiţei fiind numai pachetele *a*, *b* şi *c*. Grosimea pachetelor $a+b$ este de 25—30 m, iar pachetul *c* are o grosime de circa 18 m. Grosimea pachetului *d*, din bază, este variabilă, iar spre centrul structurii, acest pachet se efilează pînă la dispariţie.

Sa3 se caracterizează printr-un facies grezos-nisipos, cu intercalaţii de strate argilos-marnoase. Roca este consolidată.

Din punct de vedere structural, Sa3 se prezintă sub forma unui anticlinal faliat, accidentele tectonice fiind orientate în toate direcţiile. În zona productivă, săritura faliilor nu depăşeşte grosimea pachetelor productive. Zăcămîntul are apă marginală.

## Date fizice despre zăcămînt

Presiunea iniţială a zăcămîntului a fost de 190 at, iar temperatura înregistrează o valoare medie de 74°C.

Presiunea de saturaţie corespunde aproximativ presiunii iniţiale, raţia de soluţie la presiunea de saturaţie fiind de 86 $Nm^3/m^3$. Factorul de volum al ţiţeiului, la presiunea de saturaţie, are o mărime de 1,215.

Pentru condiţiile iniţiale de presiune şi temperatură, s-a determinat o viscozitate a ţiţeiului de 0,85 cP faţă de 0,45 cP, la cît s-a estimat viscozitatea apei de zăcămînt.

Ţiţeiul are o greutate specifică în condiţii standard de 0,83 $kgf/dm^3$.

Prin măsurători de laborator, s-a determinat o porozitate medie de 25% şi o saturaţie în apă interstiţială de 28%. Roca magazin are o permeabilitate absolută medie de 200—300 mD.

## Evoluţia exploatării

Exploatarea zăcămîntului a început în a doua jumătate a anului 1965. Iniţial, majoritatea sondelor au fost eruptive. Ulterior, însă, s-a trecut la exploatarea prin pompaj a tuturor sondelor.

Evoluţia principalelor date de producţie este arătată în figura 1.

Neputîndu-se realiza menţinerea presiunii pe cale naturală, după 4 ani de la punerea zăcămîntului în exploatare a fost iniţiat un proces extracontural de injecţie cu apă. La data începerii injecţiei, presiunea medie a zăcămîntului a fost în jur de 135 at, respectiv, scăzuse cu circa 55 at faţă de valoarea iniţială. La scurt timp după începerea injecţiei, s-a realizat un debit de injecţie echivalent cu 100—125% din lichidul (apă+ţiţei) produs, în condiţii de zăcămînt, însă nu în tot timpul exploatării s-a putut injecta o cantitate de apă care să înlocuiască, în zăcămînt, întregul volum al lichidelor extrase. În consecinţă, expulzarea ţiţeiului din zăcămînt spre sonde se datoreşte acţiunii unui regim combinat de avansare a apei şi expansiune a gazelor din soluţie.

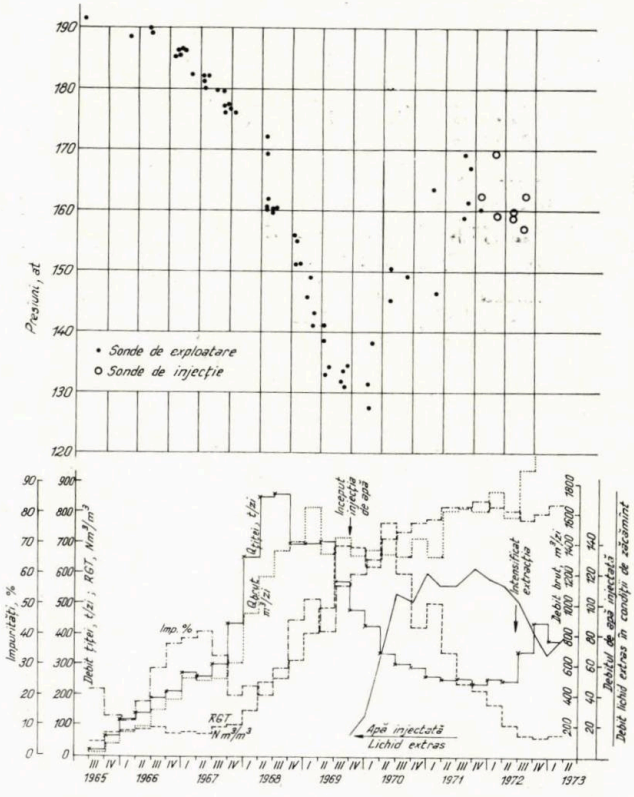



Fig. 1. Comportarea zăcămîntului în timpul exploatării.

În decursul exploatării, în scopul apropierii frontului de injecţie, cu presiune mai mare, de zona sondelor în exploatare, a fost sistată

injecția la unele sonde periferice și au fost trecute în injecție sonde de exploatare complet inundate. În zona periclinului vestic, s-a ajuns chiar la o injecție intraconturală.

Prin trecerea zăcămîntului la o exploatare cu injecție, presiunea în zona unor sonde de reacție a înregistrat o creștere. Diferența de presiune, creată între zona sondelor de injecție și a celor de exploatare, este, în general, de aproximativ 30—40 at.

**Estimarea factorului de recuperare pentru un procent de impurități mediu pe zăcămînt de 95 %**

Exploatarea zăcămîntului aflîndu-se într-un stadiu avansat, mărimea factorului de recuperare pentru un grad pronunțat de inundare, respectiv 95 % impurități, s-a calculat aplicînd relațiile care rezultă din teoria Buckley-Leverett ce ia în considerație curgerea simultană a țițeiului și apei din spatele frontului de apă.

S-a neglijat prezența fazei gazoase.

Folosind relațiile (1) și (2), precum și datele :

$$\frac{k_t}{k_a} = \frac{1-f_{af}}{\left(\frac{\eta_a}{\eta_t}\right)_f f_{af}}, \text{ și :} \qquad (1)$$

$$S_a = (S_{ai}-1)\left[1-\frac{\Delta N_f}{N_f}+\right.$$

$$\left.+\frac{\Delta N_f+\Delta A}{N_f}(1-f_{af})\right]+1, \qquad (2)$$

unde :

$\frac{k_t}{k_a}$ este raportul permeabilităților relative țiței-apă din datele de producție, în care se include influența neuniformității, efectul sondelor, precum și influența altor factori de care depinde curgerea în strat;

$f_a$ — fracția de apă;

$\frac{\eta_a}{\eta_t}$ — raportul viscozităților apă-țiței;

$S_a$ — saturația în apă, la front, la care se referă valorile $k_t/k_a$;

$S_{ai}$ — saturația în apă interstițială;

$\Delta N$ — cumulativ țiței extras;

$N$ — rezerve de țiței;

$\Delta A$ — cumulativ apă produsă; indicele „$f$" arată că parametrii respectivi se referă la condițiile de zăcămînt.

de producție înregistrate la diferite etape de exploatare s-a pus în evidență existența unei dependențe lineare între $k_t/k_a$ și $S_a$, raportul permeabilităților relative fiind pus pe scară logaritmică (fig. 2). Relația între aceste două variabile a fost stabilită prin prelucrarea informațiilo după metoda micilor pătrate și este de forma

$$\frac{k_t}{k_a} = 741{,}8\ e^{-18{,}76S_a} \qquad (3$$

Se face remarca că variația lineară între $k_t/k_a$ și $S_a$ a fost pusă în evidență din momentu în care factorul de recuperare a atins mărimea d 19,5 %, iar impuritățile pe zăcămînt au ajun la 60 %.

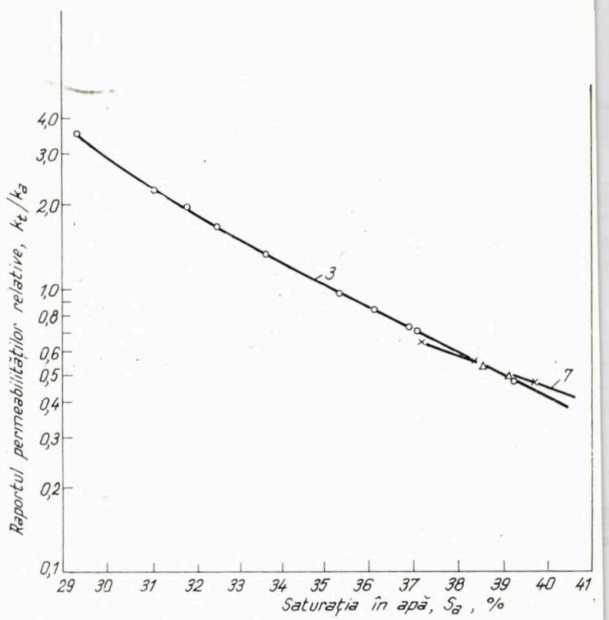



Fig. 2. Raportul permeabilităților relative în funcție de saturația în apă.

Calculînd factorul de recuperare, prin extrapolarea expresiei (3) pînă la o valoare a impurităților de 95 %, utilizînd relația :

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{\overline{S_a}-S_{ai}}{1-S_{ai}} \qquad (4)$$

unde :

$$\overline{S_a} = S_a + \frac{1-f_{af}}{\frac{df_{af}}{dS_a}} \qquad (5)$$

iar :

$$\frac{df_{af}}{dS_a} = 741{,}8\cdot 18{,}76\cdot fa_f^2 \times$$

$$\times\left(\frac{\eta_a}{\eta_t}\right)_f e^{-18{,}76\ S_a} \qquad (6)$$

s-a obținut o valoare de 37,4 %.

Prin urmare, pe baza istoricului exploatării, a rezultat că, pînă la atingerea unor impurități medii de 95 % pe zăcămînt, urmează a se mai

extrage o cantitate de țiței corespunzătoare unei creșteri a factorului de recuperare de la 30,2 %, actuala valoare, la 37,4 %.

## Efectul intensificării extracției asupra mărimii factorului de recuperare

Sondele în exploatare înregistrînd procente ridicat ede impurități, de la 70 % la 98 %, și fiind inițiat un proces de dislocuire al țițeiului de către apă, s-a pus problema intensificării extracției cunoscînd că, în asemenea cazuri, majorarea debitului de extracție este indicată, prin favorizarea exploatării, în sensul creșterii ritmului și ameliorării factorului final de recuperare.

Analizînd regimul tehnologic de funcționare a sondelor în pompă, a rezultat că o creștere a debitului nu este posibilă decît prin schimbarea sistemului de extracție.

Trecerea în erupție artificială a cinci sonde a condus la rezultate deosebit de bune. În tabela 1, se prezintă cîteva date de producție comparative cu privire la funcționarea sondelor în pompă și

TABELA 1

**Paralelizare între producția realizată exploatînd sondele prin pompaj și erupție artificială**

| Sonda | Ultima producție în pompă | | | Producție inițială în erupție artificială | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Del it brut, m³/zi | Impurități % | Debit, țiței t/zi | Debit brut, m³/zi | Impurități % | Debit țiței, t/zi |
| 76 | 113 | 62 | 36 | 245 | 70 | 62 |
| 77 | 108 | 60 | 36 | 360 | 60 | 112 |
| 87 | 111 | 50 | 46 | 198 | 50 | 83 |
| 89 | 104 | 90 | 9 | 326 | 80 | 55 |
| 90 | — | — | — | 143 | 56 | 53 |

erupție artificială, iar în figura 3, se arată comportarea acestor sonde în timp. Astfel, după schimbarea sistemului de extracție amintit la unele sonde, se remarcă următoarele:

a) debitul sondelor (brut) a crescut de 1,8 — 3,3 ori, respectiv de la un debit mediu în pompă de 108 m³/zi, s-a ajuns la 200—360 m³/zi;

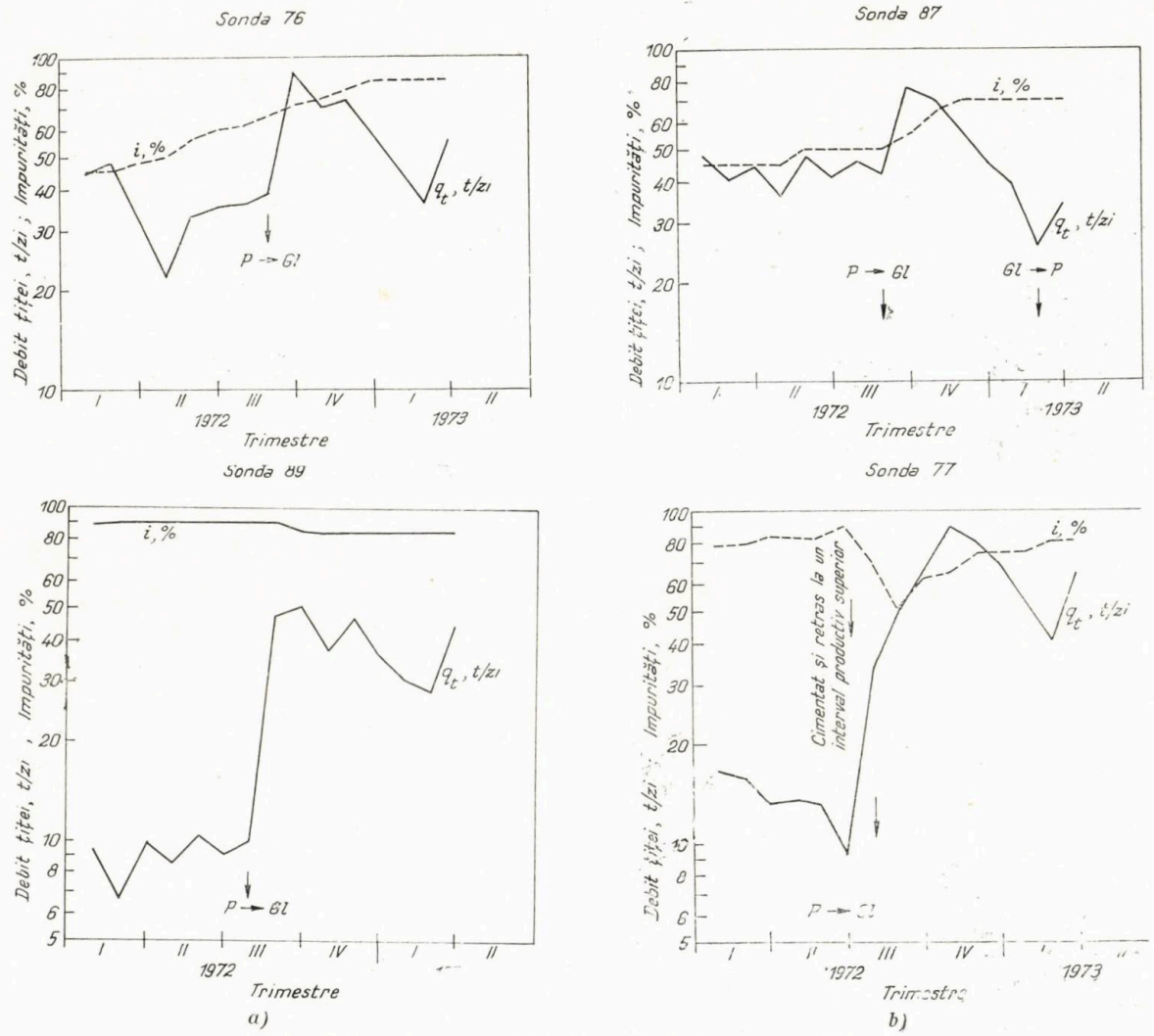



Fig. 3. Comportarea sondelor în pompaj și erupție artificială.

b) prin creşterea debitului brut nu s-a înregistrat o tendinţă mai mare de creştere a impurităţilor, (fig. 1 şi 3), fapt ce a condus la obţinerea unui debit de ţiţei substanţial mai mare. În perioada iniţială de exploatare a sondelor prin erupţie artificială, debitele de ţiţei au crescut de 1,7 la 6 ori.

S-a calculat că în decurs de trei trimestre, plusul de producţie astfel obţinut se ridică la 40 000 t ţiţei, ceea ce echivalează cu o creştere medie a debitului de ţiţei în perioada arătată de 148 t/zi faţă de 250 t/zi, cît se producea din tot zăcămîntul în momentul trecerii în erupţie artificială a primei sonde.

Calculînd dependenţa permeabilităţilor relative $k_t/k_a$ în funcţie de $S_a$ pentru perioada ce corespunde după data intensificării extracţiei, a reieşit că valorile noi (punctele ——x——x) nu se mai situează pe dependenţa lineară stabilită între aceste două mărimi, acestea plasîndu-se însă pe o nouă dreaptă, cu pantă mai mică, (fig. 2), ce corespunde relaţiei :

$$\frac{k_t}{k_a} = 69{,}28 \cdot e^{-12{,}594\, S_a} \qquad (7)$$

Spre deosebire de acestea, datele de producţie obţinute ulterior celor avute la dispoziţie în momentul stabilirii relaţiei (3), însă anterioare intensificării extracţiei (punctele —Δ—Δ—), s-au situat pe dreapta ce corespunde relaţiei (3). Această comportare arată că, pînă în momentul intensificării extracţiei, datele de producţie au evoluat conform pevederilor, însă după trecerea la un ritm mai intens de exploatare, s-a produs o schimbare în relaţia dintre raportul permeabilităţilor relative $k_t/k_a$ şi saturaţia în apă, în sensul îmbunătăţirii procesului de dislocuir a ţiţeiului de către apă.

Calculînd factorul de recuperare după acelaş procedeu, pentru 95 % impurităţi, ţinînd seam de relaţia (7), a rezultat o valoare de 39,4 %

Creşterea factorului de recuperare, de l 37,4 la 39,4 %, pentru acelaşi procent d impurităţi mediu pe zăcămînt (95 %), ce reies că s-ar putea realiza ca urmare a intensificări extracţiei se explică prin drenarea mai intensă a zonelor cu saturaţie mare în ţiţei (porţiun ale zăcămîntului neinundate, striate de permeabilitate mică), respectiv prin strate îmbunătăţirea coeficientului de inundare.

Prin urmare, comportarea sondelor după intensificarea extracţiei — realizarea unui debit de ţiţei mai mare fără o tendinţă de creştere mai mare a impurităţilor —arată că această măsură, în cazul acestui zăcămînt, are un efect favorabil asupra exploatării.

Faţă de rezultatele obţinute, este de aşteptat ca prin trecerea şi a altor sonde în erupţie artificială, să se obţină o nouă creştere a producţiei de ţiţei şi chiar o ameliorare a factorului de recuperare, comparativ cu ceea ce se apreciază după actualele estimaţii. Concomitent, se impune luarea unor măsuri în scopul intensificării procesului de injecţie prin care să se asigure menţinerea presiunii zăcămîntului.

## Concluzii

Intensificarea extracţiei prin creşterea debitului brut la sondele de producţie, în cazul zăcămintelor exploatate prin spălare cu apă, poate duce la îmbunătăţirea coeficientului de inundare, ceea ce are ca efect practic creşterea factorului de recuperare final.

# Determinarea eforturilor din elementele turlelor de foraj de tip „A" prin utilizarea sistemelor de calcul automat

I. Dumitrescu, Vl. Dumitrescu, Gh. Spiridon

Pentru dimensionarea rațională și economică a turlelor, eforturilor din bare trebuie determinate în mod exact, nu numai pentru încărcările din planul sistemului, ci și pentru cele normale pe plan [1]. Procedeul exact de calcul, bazat pe folosirea metodei generale a forțelor, deși simplu și ușor de aplicat, conduce la un volum de calcule relativ mare. Repetarea lui, pentru diferite variante de solicitări, necesită un mare efort de calcul, de cele mai multe ori imposibil de realizat. De aceea, se impune elaborarea unor procedee de calcul bazate pe utilizarea tehnicilor de calcul moderne (a sistemelor de calcul automat).

În lucrarea de față se prezintă un astfel de procedeu (cu un exemplu), pentru calculul din statica de ordinul I (statica liniară) a eforturilor din elementele turlelor de tip „$A$" cu ajutorul unor sisteme de calcul automat. Algoritmul și programul de calcul sînt generale, valabile pentru orice turlă de tip „$A$" și ușor adaptabile la orice tip de turlă de foraj.

Turla de foraj de tip „$A$" este un sistem spațial (fig. 1) alcătuit dintr-un cadru plan în formă de $A$, dublu articulat și doi contrafoți articulați la ambele capete ($a$ $b$, $a'b'$), care constituie legături simple în sensul normalei la planul fetei $A$. Articulațiile din $c$ și $c'$ sînt sferice, în sensul că forțele de legătură corespunzătoare au trei componente. Picioarele turlei (stîlpii $c$ $d$ și $c'd'$) și contrafoții ($a$ $b$ și $a'b'$) au secțiuni compuse alcătuite din trei sau patru țevi solidarizate, în lungul barelor, corespunzătoare cu un sistem de zăbrele. Axele principale de inerție ale secțiunilor stîlpilor turlei sînt : una în planul fetei $A$, iar cealaltă după normala la planul fetei $A$. Bara superioară $d-d'$ (grinda geamblacului) are, de asemenea, o secțiune compusă, de dimensiuni relativ mari și cu axele principale de inerție orientate la fel ca la stîlpi ; lungimea ei fiind redusă se poate considera în calcule de rigiditate infinită.

Forțele exterioare care solicită turla, aplicate atît pe grinda geamblacului, cît și pe stîlpi, pot fi descompuse în componente în planul fetei $A$ și componente după normala la acest plan (fig. 2).

Forțele exterioare, ce trebuie luate în considerare, depind de regimul de încărcare al instalației. În cazul cel mai defavorabil, acela al încărcării corepunzătoare funcționării cu sarcina normală la cîrligul instalației de foraj, forțele

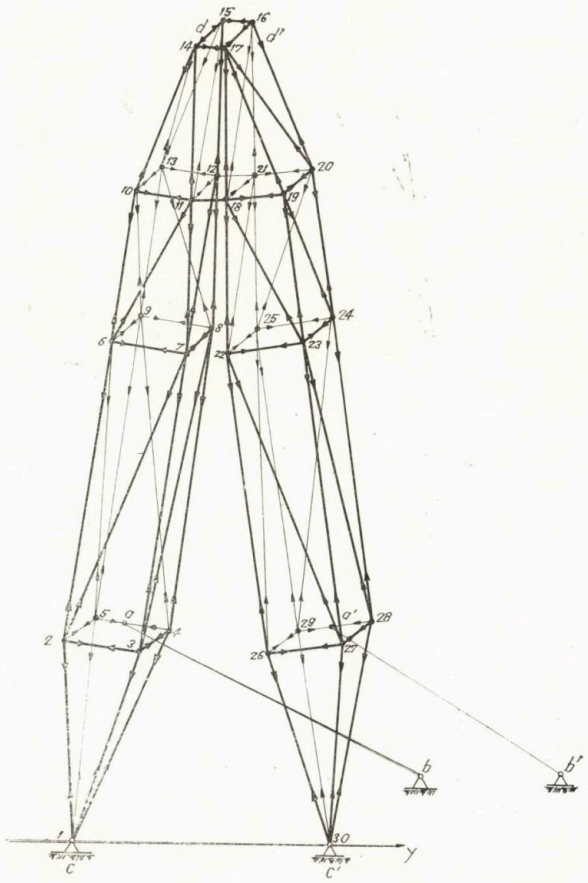


Fig. 1.

exterioare ce solicită instalația (fig. 2) sînt următoarele :

— sarcina la geamblac ($Q_g$), care se consideră repartizată uniform pe cele două picioare ale turlei $\left(Q_g'' = \frac{1}{2} Q_g\right)$;

— forțele datorite vîntului. Considerînd viteza vîntului constantă pe întreaga înălțime a turlei [3], presiunea ce se exercită pe suprafața elementelor instalației la o viteză de 22 m/s este de 780 N/m². Forța ce acționează asupra instalației prin acțiunea vîntului se consideră uniform repartizată în nodurile turlei (notate

cu $V_i, i = 2, 3, 4, 5$ în fig. 2). Valoarea acestor forțe se calculează cu relațiile cunoscute [3]:

$$v = k_\lambda \cdot S_v \cdot p_v,$$

unde $k_\lambda = 2{,}1$ este un coeficient aerodinamic, $S_v$ — suprafața elementului (panoului) expus acțiunii vîntului și $p_v$ — presiunea de calcul datorită vîntului;

— greutatea turlei, care se consideră uniform repartizată în nodurile turlei ($q_i$), cu excepția nodurilor din zona podului podarului și din zona coroanei geamblacului;

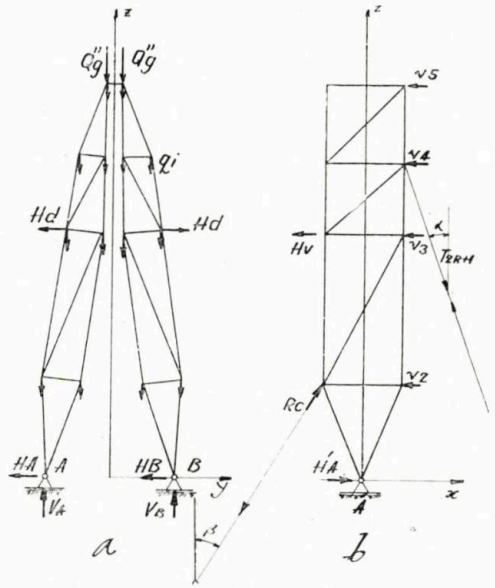



Fig. 2.

— împingerea în deget ($H_d$), datorită greutății pașilor (stivei de prăjini);

— împingerea în deget dată de acțiunea vîntului asupra stivei de prăjini ($H_v$);

— sarcina la capătul activ al cablului ($T_{2n+1}$). Deoarece instalația de foraj are o înclinare în planul $xOz$, componentele pe orizontală (pe direcția $Ox$) ale forțelor $T_{2n+1}$ și $Q_g$ sînt egale și de semn contrar, așa încît efectul lor este nul, putîndu-se neglija aceste componente în calcule.

Turla de foraj are anumite legături cu baza (fig. 2), prin două articulații sferice și două articulații prin contrafișă. Fiecare din aceste articulații sferice introduce cîte trei necunoscute (deci, în total, cele două aticulații conduc la șase necunoscute). Legătura piciorului turlei cu contrafișa se face printr-o articulație plană și considerînd ca direcție a reacțiunii direcția contrafișei, rezultă că singura necunoscută este modulul reacțiunii. Așadar cele două legături prin contrafișe mai introduc încă două necunoscute. Ca urmare, prin suprimarea legăturilor cu baza, se introduc opt reacțiuni necunoscute.

Din echilibrul exterior al turlei — considerat ca un sistem rigid și indeformabil — rezultă șase ecuații din care se pot determina deci șase necunoscute, reprezentînd șase reacțiuni de legătură a sistemului cu baza. Deoarece, însă, numărul de reacțiuni este opt, înseamnă că două dintre aceste opt reacțiuni nu pot fi determinate. Rezultă, deci, că sistemul este de două ori static nedeterminat.

În procedurile obișnuite de calcul al eforturilor din barele turlelor de foraj, această nedeterminare se înlătură prin metodele clasice, cunoscute din rezistența materialelor [1, 2], metode care — în general — necesită un volum mare de calcul, cu numeroase surse de erori.

Folosind procedeul pe care-l prezentăm aici, bazat pe aplicarea condițiilor de echilibru în fiecare nod al turlei (considerată cu toate detaliile ei constructive) și pe rezolvarea cu ajutorul unui sistem de calcul automat a sistemului de ecuații algebrice liniare care rezultă din condițiile de echilibru (oricît de mare ar fi acest sistem), nu mai este necesară deteminarea aprioricâ a reacțiunilor, deoarece în acest caz ele sînt considerate ca elemente (eforturi) necunoscute în sistemul de ecuații scris prin condițiile de echilibru și — ca urmare — vor fi determinate prin rezolvarea sistemului o dată cu celelalte necunoscute care reprezintă eforturile din barele turlei. Aceasta simplifică mult procedeul de studiu (care devine un caz de rutină) și mărește precizia cu care sînt determinate forțele de legătură la nivelul preciziei cu care este rezolvat sistemul de ecuații cu ajutorul tehnicii de calcul automat.

Reacțiunile în cazul turlelor de tip $A$ (fig. 2) sînt următoarele:

— reacțiunea din cupla $A$, care este necunoscută ca modul, direcție și sens. Această reacțiune este reprezentată prin proiecțiile ei, notate cu $H'_A$ (axa $Ox$), $H_A$ (pe axa $Oy$) și $V_A$ (pe axa $Oz$);

— reacțiunea din culpa $B$ (necunoscută, de asemenea, ca modul, direcție și sens), care are componentele: $H'_B$ (pe axa $Ox$), $H_B$ (pe axa $Oy$) și $V_B$ (pe axa $Oz$);

— reacțiunile în cuplele de legătură ale picioarelor instalației de foraj cu contrafișele (care au fost notate cu $R'_C$ —pentru primul picior și cu $R''_C$ — pentru al doilea picior).

## 1. Modelul matematic

Pentru determinarea exactă a eforturilor din toate elementele (barele) turlei, care constituie un sistem spațial de bare, se izolează fiecare nod al acestui sistem spațial și, considerîndu-se eforturile din toate barele care se întîlnesc într-un nod (precum și reacțiunile, considerate tot ca eforturi necunoscute), se scriu condițiile de echilibru pentru fiecare nod în parte. Rezultă, în acest fel, un sistem de ecuații algebrice liniare simultane, neomogen, a cărui particularitate (importantă pentru algoritmul de calcul) constă în aceea că matricea coeficienților este

în formă de bandă. Această formă de bandă se datorește faptului că un nod al construcției spațiale nu este legat prin bare cu toate celelalte noduri ale sistemului, ci numai cu nodurile vecine.

Necunoscutele acestui sistem de ecuații îl constituie eforturile din bare, pe care le vom nota prin $X(i-j)$ — unde $i$ și $j$ reprezintă numerele atribuite celor două noduri vecine între care se găsește bara unde apare efortul $X(i-j)$, nodurile fiind numerotate într-o anumită ordine — și reacțiunile sistemului, arătate mai sus ($H_A$, $H'_A$, $V_A$, $H_B$, $H'_B$, $V_B$, $R'_C$ și $R''_C$).

Prin urmare, problema determinării eforturilor în barele turlelor de tip $A$ se reduce la rezolvarea unui sistem de $b + 8$ ecuații algebrice liniare (unde $b$ reprezintă numărul de bare al întregei turle, iar 8 este numărul de reacțiuni al sistemului), ale cărui necunoscute sînt eforturile $X(i-j)$ din barele turlei (în număr de $b$) și cele 8 reacțiuni ($H_A$, $H'_A$, $V_A$, $H_B$, $H'_B$, $V_B$, $R'_C$ și $R''_C$). Acest sistem se scrie pentru întreaga turlă (în ansamblul ei), static determinată, pe baza metodei izolării nodurilor; pentru fiecare ipoteză de calcul, dacă :

$$b = 3\ n-8,$$

în care $n$ este numărul de noduri al întregei turle; pentru fiecare nod se pot scrie 3 ecuații de echilibru (suma algebrică a proiecțiilor eforturilor din bare, reacțiunilor și sarcinilor exterioare — pe fiecare axă $Ox$, $Oy$ și $Oz$, a sistemului de referință — trebuia să fie nulă). În acest fel, se obține un sistem de $b + 8$ ecuații de forma :

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{X} = \mathbf{R}$$

unde $\mathbf{X}$ este o matrice-coloană a eforturilor din barele turlei și a reacțiunilor, $\mathbf{R}$ este o matrice-coloană a sarcinilor exterioare considerate la noduri, iar $\mathbf{A}$ este o matrice în formă de bandă, ale cărei elemente sînt date de cosinusul sau sinusul unghiurilor de înclinare a barelor.

Pentru a putea face o prezentare mai completă a metodei, în cadrul volumului limitat al acestui articol, am considerat un exemplu de test, printr-o turlă ipotetică de dimensiuni reduse ($b = 30$ noduri) — dar cu aceeași structură și aceleași principii geometrice și funcționale ca și turlele reale de tip $A$, pentru orice efort la cîrligul macaralei. Am denumit această turlă MT — 10 (*M*ast de *T*est cu sarcina la cîrlig de *10* tf); forma, solicitările (forțele) exterioare și geometria acestei turle test sînt arătate în figurile 1, 2 și 3.

Avînd în vedere structura și geometria acestei turle (fig. 3), unghiurile dintre bare, dintre bare și verticală și dintre bare și orizontală, adică :

$\alpha_1 = 20°$; $\alpha_2 = 20°30'$; $\alpha_3 = 27°30'$; $\alpha_4 = 20°10'$; $\alpha_5 = 43°40'$; $\alpha_6 = 45°$; $\alpha_7 = 26°30'$; $\alpha_8 = 21°$; $\theta = 8°20'$ și $\beta = 20°40'$;

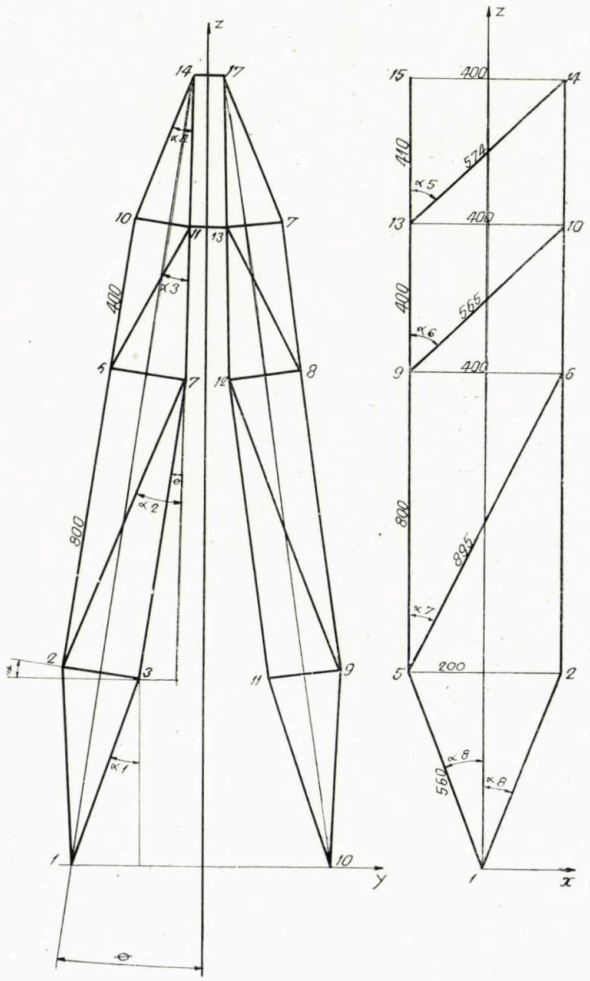



Fig. 3.

precum și forțele exterioare indicate în figura 2, adică :

$Q''_g = 5$ tf,
$H_v = 0{,}11$ tf,
$H_d = 0{,}12$ tf,
$V_i = 0{,}1$ tf, ($i$=1,2,...,5,8,...,21, 24, ...30)
$V_6 = V_7 = V_{22} = V_{23} = 0{,}11$ tf,
$q_i = 0{,}1$ tf ($i$ = 1,6,...,25,30)
$q_2 = q_3 = q_4 = q_5 = q_{26} = q_{27} = q_{28} = q_{29} = 0{,}12$ tf,

rezultă următorul sistem de ecuații care descrie repartiția eforturilor în barele turlei (cu sensurile de referință alese aprioric, așa ca în figura 1,

și cu numărătoarea nodurilor arătată în aceeași figură) :

$$
\begin{cases}
X(1-2)\sin\alpha_2 + X(1-3)\sin\alpha_8\cos\alpha_1 - \\
- X(1-5)\sin\alpha_8 - X(1-4)\sin\alpha_8\cos\alpha_1 + H'_A - 0 \\
\qquad\qquad (1-x) \\
X(1-3)\cos\alpha_8\sin\alpha_1 + X(1-4)\cos\alpha_8\sin\alpha_1 - H_A = \\
= 0 \qquad\qquad (1-y) \\
X(1-2)\cos\alpha_8 + X(1-5)\cos\alpha_8 + \\
+ X(1-3)\cos\alpha_8\cos\alpha_1 + \\
+ X(1-4)\cos\alpha_8\cos\alpha_1 + \\
+ V_A = q_1 \qquad\qquad (1-z) \\
X(5-2) - X(-12)\sin\alpha_8 = V_2 \qquad\qquad (2-x) \\
X(2-3)\cos\theta + X(2-6)\sin\theta + X(2-7)\sin\alpha_2 = \\
= 0 \qquad\qquad (2-y) \\
X(2-3)\sin\theta + X(2-6)\cos\theta + X(2-7)\cos\alpha_2 - \\
- X(1-2)\cdot\cos\alpha_8 = q_2 \qquad\qquad (2-z) \\
- X(3-4) - X(3-8)\sin\alpha_7 - \\
- X(1-3)\cos\alpha_1\sin\alpha_8 = V_3 \qquad\qquad (3-x) \\
- X(2-3)\cos\theta + X(3-7)\sin\theta - X(1-3)\sin\alpha_1 \cdot \\
\cdot\cos\alpha_8 + X(3-8)\cos\alpha_7\sin\theta = 0 \qquad\qquad (3-y) \\
X(2-3)\sin\theta + X(3-7)\cos\theta + X(3-8)\cos\theta \cdot \\
\cdot\cos\alpha_7 - X(1-3)\cos\alpha_8\cos\alpha_1 = q_3 \qquad\qquad (3-z) \\
X(3-4) + X(1-4)\sin\alpha_8\cos\alpha_1 + R'_C\sin\beta = \\
= 0 \qquad\qquad (4-x) \\
- X(4-5)\cos\theta - X(1-4)\sin\alpha_1\cos\alpha_8 - \\
- X(4-9)\cdot\sin\alpha_2 + X(4-8)\sin\theta = 0 \qquad\qquad (4-y) \\
X(4-5)\sin\theta - X(1-4)\cos\alpha_8\cdot\cos\alpha_1 + \\
+ X(4-9)\cdot\cos\alpha_2 + X(4-8)\cos\theta + R'_C\cos\beta = q_4 \\
\qquad\qquad (4-z) \\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
- X(29-26) - X(30-29)\cos\alpha_1\cdot\sin\alpha_8 + \\
+ R''_C\sin\beta = 0 \qquad\qquad (29-x) \\
X(28-29)\cos\theta - X(29-24)\sin\alpha_2 + \\
+ X(29-25)\cdot\sin\theta - X(30-29)\cos\alpha_8\cdot \\
\cdot\sin\alpha_1 = 0 \qquad\qquad (29-y) \\
X(28-29)\sin\theta - X(29-25)\cos\theta - \\
- X(29-24)\cdot\cos\alpha_2 + X(30-29)\cos\alpha_1\cdot\cos\alpha_8 + \\
+ R''_C\cos\beta = q_{29} \qquad\qquad (29-z) \\
- X(30-26)\cos\alpha_1\cdot\sin\alpha_8 - X(30-27)\sin\alpha_8 + \\
+ X(30-29)\cos\alpha_1\sin\alpha_8 + X(30-28)\cdot\sin\alpha_8 + \\
H'_B = 0 \qquad\qquad (30-x) \\
X(30-26)\cos\alpha_8\sin\alpha_1 + X(30-29)\cos\alpha_8\sin\alpha_1 - \\
- H_B = 0 \qquad\qquad (30-y) \\
- X(30-26)\cos\alpha_1\cdot\cos\alpha_8 - X(30-29)\cos\alpha_1 \cdot \\
\cdot\cos\alpha_8 - X(30-27)\cos\alpha_8 - X(30-28)\cdot \\
\cdot\cos\alpha_8 + V_B = q_{30} \qquad\qquad (30-z)
\end{cases}
$$

adică — în cazul exemplului considerat (MT—10) — un sistem de 90 ecuații cu 90 necunoscute (eforturile din bare și reacțiunile). În sistemul de mai sus, ecuațiile sînt numerotate în așa fel, încît să se precizeze nodul izolat la care se aplică condițiile de echilibru și axa pe care se fac proiecțiile eforturilor ; de exemplu, ecuația $(30-y)$ se obține scriind pentru nodul 30 suma proiecțiilor pe axa $Oy$.

Dacă se înlocuiesc funcțiile trigonometrice prin valorile lor și se consideră următoarea schimbare de notație : $X(1-2) \triangleq x_1$, $X(1-3) \triangleq x_2$, $X(1-5) \triangleq x_3$, $X(1-4) \triangleq x_4$, $H'_A \triangleq x_5$, $H_A \triangleq x_6$, $V_A \triangleq x_7$ $X(5-2) \triangleq x_8, \ldots$, $R'_C \triangleq x_{15}, \ldots$, $X(22-11) \triangleq x_{83}$, $X(30-29) \triangleq x_{84}$, $X(30-27) \triangleq x_{85}$, $X(28-29) \triangleq x_{86}$, $R''_C \triangleq x_{87}$, $H'_B \triangleq x_{88}$, $H_B \triangleq x_{89}$ și $V_B \triangleq x_{90}$, atunci — în scriere matriceală — sistemul de mai sus are forma din figura 4.

Din cauza lipsei de spațiu, a fost prezentată numai o „fracțiune" a acestui sistem, cu singurul scop de a evidenția faptul că matricea coeficienților are formă de bandă, ceea ce are importanță pentru algoritmul adoptat.

## 2. Algoritmul

La elaborarea algoritmului s-au avut în vedere următoarele elemente :

— asigurarea preciziei maxime de rezolvare a sistemului $\mathbf{A}\cdot\mathbf{X} = \mathbf{R}$(fig. 4) ;

— rezolvarea sistemului $\mathbf{A}\cdot\mathbf{X} = \mathbf{R}$ cu ajutorul unui calculator automat prin minimizarea memoriei operative ocupate, astfel încît cu puterea și configurația sistemelor de calcul automat existente în țară să se poată determina eforturile în barele oricărei instalații de foraj, oricît de mare ar fi ea ;

— generalizarea aplicării procedeului (model-algoritm-program) la orice construcție cu zăbrele spațiale ;

— modificări minime în programul de calcul pentru trecerea de la o variantă de încărcare la alta, la aceeași instalație (geometric dată). De aceea matricea $\mathbf{R}$ poate avea $n$ coloane, corespunzător unor $n$ cazuri posibile de încărcare.

Ca urmare, a fost conceput un algoritm bazat pe rezolvarea sistemelor de ecuații algebrice liniare prin metoda eliminării a lui Gauss (deci o metodă exactă), dar care ține seama de forma de bandă a matricei coeficienților.

Pe scurt, algoritmul constă în următoarele :

1. Elementele matricei $\mathbf{A}$ sînt introduse în memoria operativă în ordinea în care apar pe liniile matricei (deci, sînt memorate după linii) în locații succesive din memorie, numărul lor fiind egal cu numărul elementelor care apar în diagonala principală și în așa-numitele codiagonale de deasupra și de dedesubtul diagonalei principale. Dacă se notează cu (fig. 4) :

$MUD$ — numărul de codiagonale superioare (deasupra diagonalei principale);

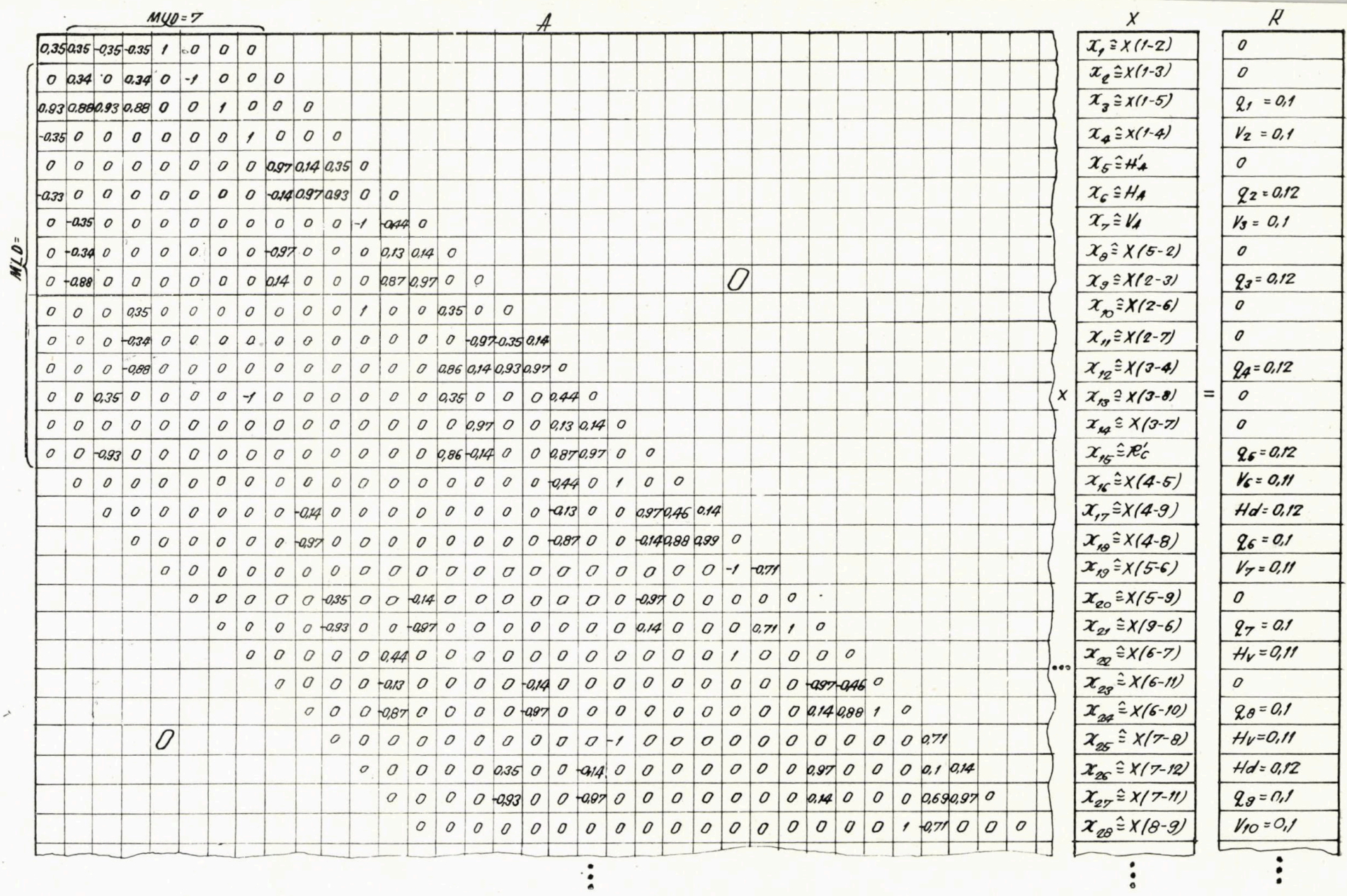

MLO = 7
MLO =
A
X
R
=
0,35 0,35 -0,35 -0,35 1 0 0 0
0 0,34 0 0,34 0 -1 0 0 0
0,93 0,88 0,93 0,88 0 0 1 0 0 0
-0,35 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0,97 0,14 0,35 0
-0,33 0 0 0 0 0 0 0 -0,14 0,97 0,93 0 0
0 -0,35 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 -0,44 0
0 -0,34 0 0 0 0 0 0 -0,97 0 0 0 0,13 0,14 0
0 -0,88 0 0 0 0 0 0 0,14 0 0 0 0,87 0,97 0 0
0 0 0 0,35 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0,35 0 0
0 0 0 -0,34 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -0,97 -0,35 0,14
0 0 0 -0,88 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0,86 0,14 0,93 0,97 0
0 0 0,35 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0,35 0 0 0 0,44 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0,97 0 0 0,13 0,14 0
0 0 -0,93 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0,86 -0,14 0 0 0,87 0,97 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -0,44 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 -0,14 0 0 0 0 0 0 0 0 -0,13 0 0 0,97 0,46 0,14
0 0 0 0 0 0 0 0 -0,97 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -0,87 0 0 -0,14 0,88 0,99 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 -0,71
0 0 0 0 0 0 0 0 -0,35 0 0 -0,14 0 0 0 0 0 0 0 0 -0,97 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 -0,93 0 0 -0,97 0 0 0 0 0 0 0 0 0,14 0 0 0 0,71 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0,44 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 -0,13 0 0 0 0 -0,14 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -0,97 -0,46 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 -0,87 0 0 0 0 -0,97 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0,14 0,88 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0,71
0 0 0 0 0 0,35 0 0 -0,14 0 0 0 0 0 0 0 0 0,97 0 0 0 0,1 0,14
0 0 0 0 -0,93 0 0 -0,97 0 0 0 0 0 0 0 0 0,14 0 0 0 0,69 0,97 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 -0,71 0 0 0
X1 ≙ X(1-2) 0
X2 ≙ X(1-3) 0
X3 ≙ X(1-5) Q1 = 0,1
X4 ≙ X(1-4) V2 = 0,1
X5 ≙ H'A 0
X6 ≙ HA Q2 = 0,12
X7 ≙ VA V3 = 0,1
X8 ≙ X(5-2) 0
X9 ≙ X(2-3) Q3 = 0,12
X10 ≙ X(2-6) 0
X11 ≙ X(2-7) 0
X12 ≙ X(3-4) Q4 = 0,12
X13 ≙ X(3-8) 0
X14 ≙ X(3-7) 0
X15 ≙ R'C Q6 = 0,12
X16 ≙ X(4-5) V6 = 0,11
X17 ≙ X(4-9) Hd = 0,12
X18 ≙ X(4-8) Q6 = 0,1
X19 ≙ X(5-6) V7 = 0,11
X20 ≙ X(5-9) 0
X21 ≙ X(9-6) Q7 = 0,1
X22 ≙ X(6-7) HV = 0,11
X23 ≙ X(6-11) 0
X24 ≙ X(6-10) Q8 = 0,1
X25 ≙ X(7-8) HV = 0,11
X26 ≙ X(7-12) Hd = 0,12
X27 ≙ X(7-11) Q9 = 0,1
X28 ≙ X(8-9) V10 = 0,1

Fig. 4.

$MLD$ — numărul de codiagonale inferioare (sub diagonala principală);

$MA$ — numărul total al locațiilor din memorie necesar pentru matricea **A** în formă de bandă, atunci se poate deduce următoarea relație :

$$MA = M \cdot MC - \frac{(MC-MLD-1) \cdot (MC-MLD)}{2}, \quad (1)$$

în care :

$M$ este ordinul matricei **A**, și

$$MC = \min \{M,\ 1 + MUD + MLD\}. \quad (2)$$

În acest fel, datorită formei de bandă a matricei **A**, se realizează o importantă economie de memorie operativă, deoarece $MA < M^2$. Astfel, în cazul exemplului de calcul ales (pentru turla $MT - 10$) rezultă :

$$M = 90,\ MUD = 7,\ MLD = 14 \text{ și } MC = 22.$$

Atunci necesarul efectiv de memorie este :

$$MA = 90 \cdot 22 - \frac{1}{2}(22-14-1)(22-14) =$$

$= 1.952$ locații, în loc de $M^2 = 90.90 =$ $= 8100$ locații, cîte ar fi fost necesare dacă matricea **A** nu ar fi avut formă de bandă și ar fi fost „completă".

Parametrii $M$, $MUD$ și $MLD$ trebuie să respecte următoarele restricții :

$MUD$ să nu fie mai mic decît zero

$MLD$ să nu fie mai mic decît zero, și

$MUD + MLD$ să nu fie mai mare decît $2.M-2$.

Procedura dă rezultate dacă restricțiile de mai sus sînt satisfăcute și dacă elementele pivot (în toate etapele de eliminare sînt diferite de zero).

De aceea, în prima parte a calculului, matricea **A** este controlată în ceea ce privește elementul ei cel mai mare în valoare absolută (fie acest element $a_{ij}$) prin intermediul unei variabile $TOL$, ce exprimă toleranța absolută pentru verificarea pierderii semnificației valorice, adică:

$$TOL = \varepsilon \cdot |a_{ij}|, \quad (3)$$

unde $\varepsilon$ este toleranța relativă dată (interpretarea valorii mărimii $TOL$ va fi arătată mai jos, la punctul 3.

2. Calculul propriu-zis constă în eliminarea succesivă a cîte unei necunoscute $x_i$(i=1,2,...,$M$), ceea ce se realizează printr-o succesiune de pași de calcul.

În *primul pas* se caută, pentru prima coloană a matricei **A** (mai exact, pentru elementele de pe prima coloană a tabloului memorat **A** cu indicii de linie de la 1 la $1+MLD$), elementul cel mai mare în valoare absolută (adică „pivotul" $p$) ; fie acesta $a_{j1}(1 \leqslant j \leqslant 1 + MLD)$ și se selectează acest element ca pivot (deci $p = a_{j1}$). Să presupunem că aceasta s-ar „întîmpla" pentru $j=1$ ; dacă nu este așa, atunci se schimbă între ele prima linie din tabloul **A** (așa cum este în memorie) și din matricea **R** cu a $j-a$ linie, denumită „linie pivot", care va fi situată după această schimbare pe linia 1. Apoi se transformă elementele liniei pivot (și aceasta este, deci, prima linie) prin împărțirea lor cu $p$ ; elementele următoarelor $MLD$ linii se transformă prin adunarea lor cu $-a_{\nu 1}(\nu = 2,3,\ldots,1+MLD)$, multiplicat cu elementul $a_{1l}$, $l = 2,3,\ldots, MC$. În același timp, se deplasează înapoi elementele liniei a $\nu - a$ din tabloul **A** cu o poziție și se inserează un zero în ultima poziție a fiecărei linii transformate. Toate aceste transformări pot fi descrise prin următorul grup de relații :

$$a_{1l}^{(1)} = \frac{a_{1l}}{p}(l = 1,2,\cdots,MC) \quad (4)$$

$$r_{1l}^{(1)} = \frac{r_{1l}}{p}(l = 1,2,\ldots,n) \quad (5)$$

$$\left.\begin{array}{l} a_{\nu,l-1}^{(1)} = a_{\nu 1} - a_{\nu 1} \cdot a_{1l}^{(1)} \\ (l = 2,3,\ldots,MC) \\ a_{\nu,MC}^{(1)} = 0 \end{array}\right\} (\nu = 2,3,\ldots,1+MLD) \quad (6)$$

$$r_{\nu l}^{(1)} = r_{\nu 1} - a_{\nu 1} \cdot r_{1l}^{(1)}$$

$$(l = 1,2,\ldots n\ ;\ \nu = 2,3,\ldots,1+MLD) \quad (7)$$

în care $n$ reprezintă numărul de coloane al matricei **R** (în cazul exemplului considerat, referitor numai la un singur tip de solicitare $n=1$), exponentul (1) reprezintă etapa (pasul) întîi de calcul, $a_{ij}$ sînt elementele matricei **A**, iar $r_{ij}$ sînt elementele matricei **R**. Rezultatul pasului (1) constă în aceea că liniile cu indici de linie mai mare decît $1+MLD$ rămîn neschimbate, iar pe coloane există $M$ elemente — pe toate coloanele cu indice de coloană de la 1 la $MLD+1$ și cîte un element mai puțin pînă la ultima coloană (din dreapta) care are $MC$ elemente ($MC$ fiind dat de relația 2) ; în acest fel colțul din dreapta al matricei $\mathbf{A}^{(1)}$ (un triunghi cu laturile $M-MC$ și $MC-MLD-1$) conține numai elemente egale cu zero.

În pașii următori de calcul, procedeul aplicat în pasul (1) este repetat de $(M-1)$ ori, într-un pas $(k)$ începutul calculului făcîndu-se cu elementele tabloului $\mathbf{A}^{(k-1)}$ și matricei $\mathbf{R}^{(k-1)}$. Liniile cu care trebuie să se opereze direct în pasul

$k$) sînt liniile cu indicii $i = k,\ k+1, \ldots, ILR$ nde :

$$ILR = \min\ \{M,\ k+MLD\}. \tag{8}$$

n acest fel, numărul elementelor în fiecare inie a tabloului **A**, cu care se fac transformările, lescreşte cu unu la fiecare pas, astfel că după $M$) paşi pe ultima linie există un singur ele- nent $a_{1M}^{(M)} = 1$, restul fiind elemente nule.

De aceea, după ($M$) paşi de transformări ale abloului **A**, dus la forma „triunghiulară" $\mathbf{A}^{(M)}$, se trece la generarea matricei soluţie **X**, ope- îndu-se „înapoi", adică de la linia $M$, care conduce imediat la soluţia :

$$x_{Ml} = r_{Ml}^{(M)}, \qquad l = 1,2,\ldots,n, \tag{9}$$

nde $r_{Ml}^{(M)}$ este ultimul element al matricei $\mathbf{R}^{(M)}$, obţinută după cei ($M$) paşi de transformări. Apoi se determină $x_{M-1,l}$ în funcţie de $x_{M,l}$ şi aşa mai departe, pînă la determinarea primei necunoscute $x_{1,l}$ în funcţie de celelalte $x_{M,l}$, $x_{M-1,l}, \ldots, x_{2,l}$ — calculate anterior.

Soluţiile obţinute astfel sînt introduse în locaţiile rezervate matricei **R**; deci, în final $\mathbf{X}=\mathbf{R}^{(M)}$, conform următoarelor relaţii :

$$\left.\begin{aligned}
&x_{Ml} = r_{M,l}^{(M)},\\
&x_{M-1,l} = r_{M-1,l}^{(M)} = r_{M-1,l}^{(M-1)} - a_{M-1,2}^{(M-1)} \cdot r_{M,l}^{(M)},\\
&x_{M-2,l} = r_{M-2,l}^{(M)} = r_{M-2,l}^{(M-2)} - a_{M-2,2}^{(M-2)} \cdot r_{M-1,l}^{(M)} - \\
&\qquad\qquad - a_{M-2,3}^{(M-2)} \cdot r_{M,l}^{(M)},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&x_{1,l} = r_{1,l}^{(1)} - a_{12}^{(1)} \cdot r_{2,l}^{(M)} - a_{13}^{(1)} \cdot r_{3,l}^{(M)} - \ldots -\\
&-a_{1,MC}^{(1)} \cdot r_{MC,l}^{(M)} \cdot (l = 1,\ 2,\ \ldots,\ n)
\end{aligned}\right\} \tag{9}$$

3. Evident, aplicarea acestui algoritm are şi anumite restricţii, dar acestea nu sînt prea severe. Singurul caz în care procedura descrisă mai sus poate să nu ducă la obţinerea soluţiei se întîmplă ori de cîte ori la vreuna dintre etapele (paşii) de calcul — fie acesta pasul ($k$) — toate elementele din coloana $k$ ale matricei transformate $\mathbf{A}^{(k-1)}$, adică elementele din prima coloană a tabloului **A** cu indicii de linie de la $k$ pînă la $ILR$ (relaţia 8), devin zero şi nu poate fi ales nici un element ca pivot. În acest caz, calculul este abandonat şi se generează un mesaj de eroare $IER$, cu valoarea codificată $IER = -1$, care exprimă faptul că toţi pivoţii sînt zero şi procedura nu poate fi aplicată.

Pe de altă parte, din cauza propagării erorilor de rotunjire în timpul procesului de calcul, algoritmul prevede şi verificarea după fiecare pas de calcul ($k$) a valorilor absolute ale elementelor pivot. Astfel, dacă la pasul de eliminare ($k$) această valoare absolută devine mai mică decît $TOL$ (dată de formula 3), este posibil ca matricea **A** să devină singulară (adică pe $\mathbf{A} = 0$) şi, ca urmare, soluţia să nu mai poată fi determinată. Însă, aceasta depinde de valoarea pe care o alegem iniţial pentru toleranţa relativă $\varepsilon$ ; dacă se ia $\varepsilon = 10^{-6}$ sau $10^{-7}$, atunci pericolul anulării pivoţilor prin propagarea erorilor de rotunjire este minim şi — de aceea — dacă este posibilă pierderea semnificaţiei valorice în timpul calculului, se avertizează acest fapt prin indicarea valorii $IER = k-1$. În cazul unei matrice **A** bine dimensionată şi a unei toleranţe relative $\varepsilon$ corespunzător alese, avizul $IER = k - 1$ poate fi interpretat în sensul că rangul matricei **A** este mai mic decît $M$, însă nu mai mic decît $k-1$. Dacă nu există codiagonale inferioare, adică dacă $MLD = 0$, atunci — evident — testul privind pierderea semnificaţiei este suprimat.

## 3. Schema de calcul

Pentru rezolvarea efectivă a sistemului din figura 4, referitor la determinarea eforturilor din barele turlei $MT-10$ (luată ca exemplu), schema de calcul este foarte simplă (fig. 5), ea constînd în aplicarea procedurii „GELB" (descrisă mai sus) şi în determinarea forma-

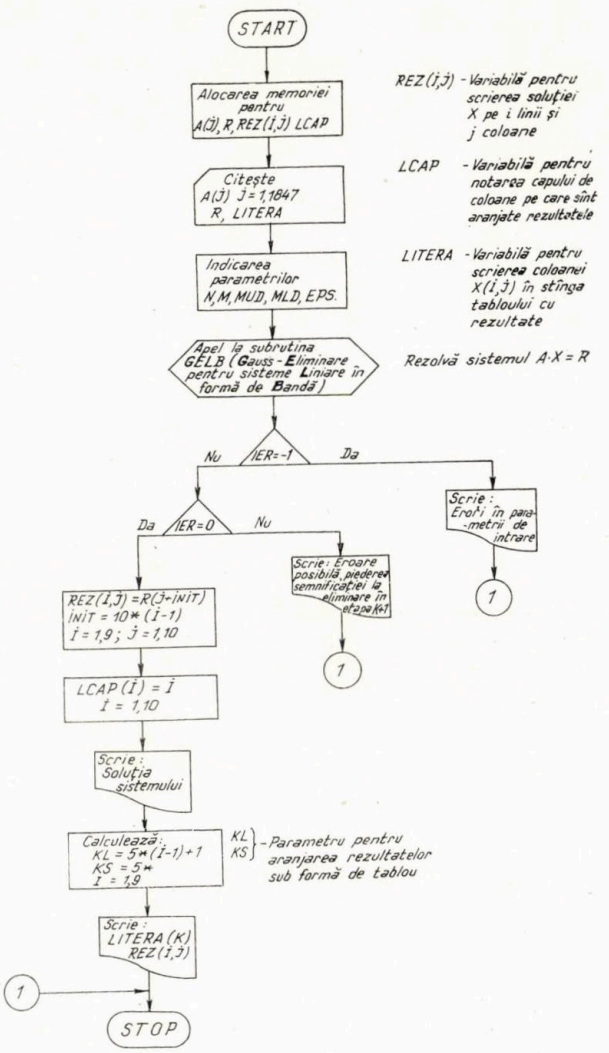



Fig. 5.

```
DOS FORTRAN IV 360N-FO-479 3-5          MAINPGM          DATE   03/01/73     TIME    14.34.50      PAGE 0001

      C  PROGRAM FORTRAN PENTRU DETERMINAREA EFORTURILOR DIN ELEMENTELE TURLE-                          A
      C  LOR DE FORAJ PRIN UTILIZAREA UNUI MODEL CONSTITUIT DINTR-UN SISTEM DE                         B
      C  ECUATII ALGEBRICE LINIARE IN FORMA DE BANDA, REZOLVAT PRIN METODA ELI                         C
      C  MINARII A LUI GAUSS PE BAZA PROCEDURII GELB  DIN PACHETUL DE PROGRAME                         D
      C  SSP/IBM-360                                                                                  E
      C                                                                                               F
      C  DESCRIEREA PARAMETRILCR                                                                      G
      C     R    -MATRICEA DIN MEMBRUL DREPT DE ORDINUL M*N (LA REVENIREA DIN                         H
      C           SUBRUTINA GELB, R CONTINE SOLUTIA SISTEMULUI DE ECUATII)                            I
      C     A    -MATRICEA SISTEMULUI, IN FORMA DE BANDA, DE ORDINUL M*M                              J
      C     M    -NUMARUL DE ECUATII AL SISTEMULUI                                                    K
      C     N    -NUMARUL DE COLOANE DIN R (IN CAZUL TURLELOR DE FORAJ N=1)                           L
      C     MUD -NUMARUL DE CODIAGONALE SUPERIOARE (DEASUPRA DIAGONALEI PRINCI                        M
      C           PALE)                                                                               N
      C     MLD -NUMARUL DE CODIAGONALE INFERIOARE (SUB DIAGONALA PRINCIPALA)                         O
      C     EPS -CONSTANTA DE INTRARE UTILIZATA CA TOLERANTA RELATIVA PENTRU                          P
      C           VERIFICAREA PIERDERII SEMNIFICATIEI                                                 Q
      C     IER -PARAMETRU PENTRU INDICAREA ERORII PRIN URMATORUL COD                                 R
      C           IER=0   -NU EXISTA EROARE                                                           S
      C           IER=-1  -NU SE OBTIN REZULTATE DIN CAUZA UNOR GRESELI IN PARA-                      T
      C                    METRII DE INTRARE M,MUD,MLD SAU DIN CAUZA CA ELEMEN-                       U
      C                    TUL PIVOT ESTE ZERO IN TOATE ETAPELE DE ELIMINARE                          V
      C           IER=K   -EXISTA POSIBILITATEA PIERDERII SEMNIFICATIEI LA ETAPA                      Z
      C                    DE ELIMINARE K+1                                                           X
      C  ********************************************************************************            Y
C0001       DIMENSION A(1952),R(90),REZ(9,10),LCAP(10)                                             10
C0002       INTEGER*2 LITERA(45)                                                                   30
C0003       READ (1,110) (A(J),J=1,1847)                                                           40
C0004       READ (1,111) R                                                                         50
C0005       READ (1,120) LITERA                                                                    60
0006        N=1                                                                                    70
C0007       MUD=7                                                                                  80
C0008       MLD=14                                                                                 90
C0009       M=90                                                                                  100
0010        EPS=10.E-6                                                                            110
C0011       CALL GELB(R,A,M,N,MUD,MLD,EPS,IER)                                                    120
C0012       IF(IER.EQ.-1) GO TO 10                                                                130
C0013       IF(IER.EQ.0) GO TO 20                                                                 140
0014        WRITE (3,130) IER                                                                     150
C0015    20 DO 1 I=1,9                                                                            160
0016        INIT=10*(I-1)                                                                         170
0017        DO 1 J=1,10                                                                           180
C0018     1 REZ(I,J)=R(J+INIT)                                                                    190
C0019       DO 2 I=1,10                                                                           200
0020      2 LCAP(I)=I                                                                             210
0021        WRITE (3,140) LCAP                                                                    220
C0022       DO 3 I=1,9                                                                            230
C0023       KL=5*(I-1)+1                                                                          240
0024        KS=5*I                                                                                250
C0025     3 WRITE (3,150) (LITERA(K),K=KL,KS),(REZ(I,J),J=1,10)                                   260
0026        GO TO 30                                                                              270
C0027    10 WRITE (3,160)                                                                         280
C0028    30 STOP                                                                                  290
C0029   110 FORMAT (10F8.3)                                                                       300
C0030   111 FORMAT (10F8.2)                                                                       310
0031    120 FORMAT (40A2)                                                                        320
0032    130 FORMAT (' EROARE POSIBILA. PIERDEREA SEMNIFICATIEI LA ELIMINARE IN                   330
          1ETAPA K+1=',IER=' ,I8)
0033    140 FORMAT (T45,'S O L U T I A  S I S T E M U L U I ' ////T15,10(I2,10                   340
          1X)///)                                                                                350
C0034   150 FORMAT (' ',5A2,10F12.6/)
C0035   160 FORMAT (' EROR IN PARAMETRII DE INTRARE (M,MUD,MLD) SAU IN TOATE
```

*Anexa 2*

// EXEC

SOLUTIA SISTEMULUI

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X(1-10) | -2.864206 | -1.391026 | -2.547775 | -2.407476 | -0.228250 | -1.207922 | 8.476867 | -0.925386 | 0.279385 | -2.936131 |
| X(11-20) | 0.418537 | 0.224794 | 0.319710 | -1.437205 | 1.659431 | 0.548129 | -0.624166 | -3.068989 | -1.339474 | -2.573932 |
| X(21-30) | -0.487405 | 0.061140 | 0.134528 | -4.144035 | -0.032594 | -0.109484 | -0.861041 | 0.404518 | 0.002048 | -2.712649 |
| X(31-40) | -0.277405 | -0.533812 | -2.627354 | 0.077405 | 0.927351 | -4.518178 | -2.764657 | -0.257109 | 0.979165 | -0.589363 |
| X(41-50) | 0.518064 | 0.512365 | -0.177405 | -0.402037 | -2.291528 | 0.177413 | -1.664300 | -0.795152 | 2.764670 | 0.257120 |
| X(51-60) | 2.291505 | -0.077413 | 0.402047 | 4.518184 | 0.589351 | 0.927352 | -0.134521 | 0.861030 | 0.277409 | 0.533818 |
| X(61-70) | 4.144046 | 0.518064 | 2.627337 | -0.002043 | 0.109494 | 2.712651 | 0.032590 | 0.061142 | 1.437196 | -0.418533 |
| X(71-80) | 0.487409 | 1.339482 | 2.936141 | 0.404514 | 3.068970 | -0.319709 | 0.624164 | 2.573922 | 0.925394 | 2.547778 |
| X(81-90) | 0.279390 | 1.391020 | -0.224787 | 2.407459 | 2.864228 | 0.548128 | 1.659431 | -0.228236 | 1.207916 | 8.476871 |

tului şi a modului de scriere a rezultatelor la imprimanta rapidă.

4. **Programul**

Pentru rezolvarea problemei din exemplul propus (pentru turla de tip „test" MT—10), s-a elaborat un program sursă, scris în limbajul algoritmic FULL FORTRAN IV, prezentat în încheiere (anexa 1).

Pentru rezolvarea sistemului din figura 4 a fost necesară o memorie operativă de numai 2.520 locaţii a 4 Bytes, iar durata compilării, consolidării şi execuţiei a fost de numai 4 min şi 21 s (din care 1 min şi 55 s numai execuţia, adică rezolvarea propriu-zisă a sistemului $\mathbf{A} \cdot \mathbf{X} = \mathbf{R}$ din figura 4).

Problema a fost rezolvată cu ajutorul sistemului de calcul IBM 360/40 F de la Catedra de cibernetică a Academiei de studii economice din Bucureşti.

Rezultatele (adică soluţia sistemului din figura 4), care reprezintă eforturile din barele turlei MT—10 (prezentate în anexa 2), sînt date în tone forţă, cu o precizie de 6 cifre zecimale la partea fracţionară (adică de ordinul gramelor forţă !).

5. **Concluzii**

Din experimentările făcute, din activitatea depusă pentru punerea la punct a metodei descrise în acest articol, a rezultat că avantajele ei constau în următoarele :

— este general valabilă, adică aplicabilă oricărui fel de turle de foraj (şi — mai general — oricărei construcţii spaţiale cu zăbrele), care are o geometrie precizată ;

— permite evaluarea simultană (printr-o singură rulare pe calculator) a $n$ variante posibile de încărcare a sistemului, cu condiţia ca matricea **A** să nu se schimbe (adică geometria turlei să rămînă aceeaşi). Ca exemplu, poate fi studiată variaţia eforturilor din elementele turlelor de foraj rabatabile, în funcţie de unghiul de înclinare faţă de sol în timpul ridicării turlei ;

— este extrem de expeditivă (scrierea datelor şi a programului, perforarea lor şi rularea nesolicitînd decît cel mult 6 ore-om).

BIBLIOGRAFIE


1. Posea, N. Calculul de ordinul II al turlelor de tip A. Buletinul Institutului de petrol, gaze şi geologie, **XVII.**, 1970.
2. Hirsch, I. Curs de calcul şi construcţia utilajului petrolier de schelă, **I.** Bucureşti, Ed. didactică şi pedagogică, 1963.
3. Bublic, A., Cristea, I., Hirsch, I., Peligrad, N. şi Dilion, Gh. *Utilaj petrolier pentru foraj şi extracţie.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1968.
4. McCalla, T.R. Introduction to Numerical Methods and FORTRAN Programming, New York, John Wiley & Sons, 1967.
5. Ralston, A. şi Wilf, H. S. Mathematical Methods for Digital Computers. New York, John Wiley & Sons, 1967.
6. * * * IBM System 360 : Scientific Subroutine Package (SSP) — Version III (Programmer's Manual), New York, IMB Corporation, 1970 (GH 20—0205—4).
7. Spiridon, Gh. Determinarea eforturilor dintr-o turlă de foraj prin metode numerice (proiect de diplomă). Institutul de petrol—Ploieşti, 1973.

# Considerații de mecanică asupra sapelor cu o rolă pentru foraj

Șt. S. Mihăiescu

1. Fenomenul de dislocare stă la baza acțiunii în teren, în regim de foraj, a suprafețelor active ale sapelor cu lame, conuri sau o rolă.

O muchie metalică avînd o anumită formă, care prin forța de apăsare exercitată asupra sa, pătrunde în mod limitat într-un teren și în același timp este deplasată tangențial cu suprafața acestuia, produce fenomenul de dislocare.

Suprafața activă a unei sape este constituită din muchii de tipul specificat.

Pătrunderea în teren are o dependență foarte apropiat liniară în raport cu forța de apăsare [3]. Forța necesară deplasării în teren a acestei muchii este proporțională cu valoarea pătrunderii și deci cu forța de apăsare. Fenomenul este analog așchierii.

Prin coincidență explicația și legile fenomenului de dislocare sînt analoage cu explicația și o parte dintre legile frecării a două suprafețe netede și de durități diferite. Din această cauză unii autori [2], la o dată anterioară, au întrebuințat termenul „frecare" în mecanica acțiunii în teren a suprafețelor active a unei sape de foraj, ținînd seama, bineînțeles, de deosebirea față de frecarea propriu-zisă.

Dislocarea este un fenomen de deformare pînă la rupere a unui teren. Orice fenomen de deformare pînă la rupere a unui material este însoțit de degajarea unei anumite cantități de căldură, al cărui lucru mecanic echivalent este neglijabil față de lucrul mecanic necesar ruperii materialului. Chiar și în cazul materialelor posedînd mare energie potențială de deformație, cum sînt oțelurile, se neglijează energia echivalentă a cantității de căldură care însoțește fenomenul de deformare pînă la rupere, față de lucrul mecanic al deformării.

Rocile întîlnite în forajul curent, fiind friabile și posedînd o energie potențială de deformație la rupere cu mult inferioară oțelurilor (de la 100 pînă la 200 ori mai mică), energia calorică care intervine în fenomenul de rupere a lor este și ea cu foarte mult inferioară energiei necesare ruperii lor, încît poate fi complet neglijată.

Ca urmare fenomenul de dislocare a unei roci poate fi considerat, din punct de vedere practic, suficient de exact conservativ.

De semnalat că în timpul procesului de foraj între suprafața activă a unei sape oarecare și teren au loc fenomene de frecare de alunecare care produc încălzirea acestei suprafețe. Aceste fenomene nu iau însă parte la dislocarea terenului, deoarece un fenomen de frecare de alunecare nu poate produce dislocare de teren.

Această încălzire parazitară a suprafeței active a sapei poate produce uneori confuzie în ceea ce privește explicarea sa în legătură cu fenomenul de dislocare a terenului, care este singurul producător de efect util în procesul de foraj și se ia exclusiv în considerare în mecanica sapelor. Energia necesară producerii acestui fenomen de încălzire parazitar nu este furnizată de fenomenul de dislocare a rocii, ci de masa de foraj, prin intermediul garniturii de prăjini de foraj.

În ceea ce privește ordinul de mărime al cantității de căldură produs de această încălzire parazitară, poate fi considerat faptul, constatat experimental la demontarea pentru examinare a conurilor uzate ale sapelor care au lucrat în teren în regim normal de foraj, că unsoarea rulmenților acestora este intactă, neprezentînd cea mai mică manifestare de topire.

Echivalentul mecanic al cantității de căldură parazitară în condițiile precizate poate fi neglijat față de lucrul mecanic util al fenomenului de dislocare. Sistemul mecanic al unei sape de foraj poate fi considerat deci, în ansamblul său, practic conservativ.

În mecanica sapelor cu conuri, rezultatele teoretice obținute pe baza acestor considerații sînt verificate de uzura suprafețelor active ale conurilor care au lucrat în teren în regim normal de foraj, fapt care constituie o confirmare deplină a considerațiilor expuse mai sus. De altfel aceleași rezultate teoretice coincid cu cele ce se obțin prin metode directe, în cazurile în care aceasta este posibil.

Sisteme mecanice practic conservative similare oferă mecanica fluidelor. Nu există fluid fără frecare interioară și cu toate acestea principiile variaționale ale mecanicii raționale sînt în întrebuințare curentă în acest domeniu.

Se poate cita un mare număr de exemple analoage.

2. Se știe că în cazul unui sistem conservativ au practic suficient de exact conservativ, conform principiului Maupertuis, există relația [1, 4]:

$$2\int_{t_0}^{t_1} E\,dt = \text{minimum} \qquad (1)$$

în care:
$E$ este expresia energiei cinetice a sistemului;
$t$ — timpul;
$t_0, t_1$ — intervale de timp convenabil alese.

Într-un sistem suficient de exact conservativ, există, de asemenea, relația:

$$E + L = k, \qquad (2)$$

în care:
$L$ este expresia lucrului mecanic al forțelor care acționează asupra sistemului considerat;
$k$ — constantă.

Ținînd seamă de expresia (2), expresia (1) devine:

$$2\int_{t_0}^{t_1} E\,dt = 2\int_{t_0}^{t_1} (k - L)\,dt = 2k(t_1 - t_0) - 2\int_{t_0}^{t_1} L\,dt = \text{minimum}.$$

Primul factor al ultimei egalități fiind o constantă, expresia acesteia se reduce la:

$$\int_{t_0}^{t_1} L\,dt = \text{minimum}.$$

În cazul cînd expresia lui L nu conține factorul timp, astfel cum se va vedea în cele ce urmează, rezultă:

$$L\int_{t_0}^{t_1} dt = L\,(t_1 - t_0) = \text{minimum}$$

sau

$$L = \text{minimum} \qquad (3)$$

Într-un sistem practic conservativ, cum este cazul expus mai sus, al forțelor de dislocare, intervenind pe suprafața activă a unei sape oarecare, care acționează în teren în regim normal de foraj și în care expresia lucrului mecanic al forțelor de dislocare este independentă de timp, valoarea acestei expresii este minimă.

3. Sapele cu o rolă în întrebuințare curentă în forajul sondelor au rola de formă sferică (fig. 1).

Corpul sapei are o proeminență numită axul rolei, care servește ca suport unor lagăre cu bile și role cilindrice, peste care se rostogolește corpul rolei.

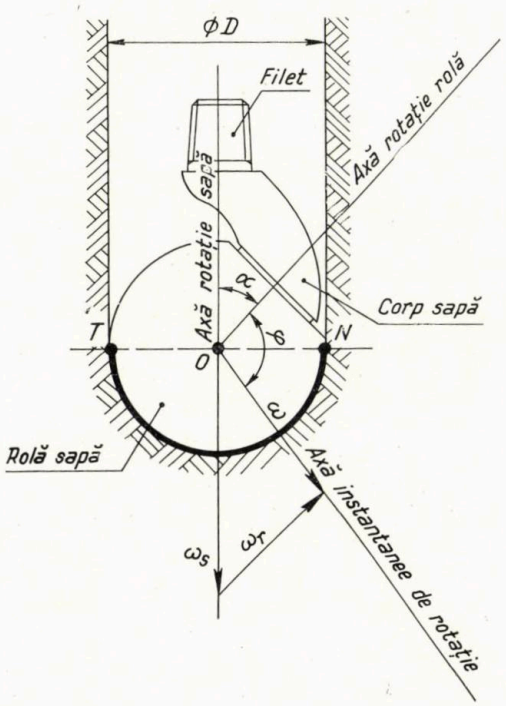



Fig. 1

La partea superioară a corpului sapei este prevăzut filetul prin care sapa se atașează garniturii de foraj. În corpul sapei sînt prevăzute canale pentru dirijarea circuitului de noroi, care înlătură detritusul provenit din săpare.

În timpul forajului rola este apăsată în teren, cu care are contact după o semisferă, avînd cercul mare TN în planul figurii și ca axă de simetrie axa de rotație a sapei. Această suprafață sferică de contact produce forțele necesare dislocării, în timpul procesului de foraj.

Prin rotirea sapei în jurul axei sale rola sferică execută o mișcare de precesie regulată față de această axă.

Mișcarea generală a mecanismului sapă are loc în jurul unei axe instantanee de rotație. Punctul de intersecție O al axelor de rotație a sapei și a rolei, avînd viteză unghiulară zero, aparține axei instantanee a mișcării, care evident va fi situată în planul definit de cele două axe.

Datorită mișcării în jurul axei instantanee de rotație, suprafața rolei în contact cu terenul (suprafața activă) execută față de aceste deplasări tangențiale, care produc forțele de dislocare. Aceste forțe sînt tangente acestei suprafețe.

Pentru a se obține un lucru mecanic de dislocare compatibil cu rezistența la rupere a

terenului în care se efectuează săparea, este necesar ca axa instantanee de rotație să fie convenabil situată în mecanism. Aceasta se face intervenind asupra elementelor geometrice ale acestuia. După cum se va vedea mai jos, în cazul sapelor cu o rolă, singurul element geometric disponibil în acest scop este unghiul făcut de axa de rotație a rolei cu axa de rotație a sapei. (De semnalat că la sapele cu conuri există mai multe posibilități geometrice de acest gen)

4. Pentru rezolvarea problemei se admit următoarele ipoteze:

a. Suprafața rolei este netedă și rigidă.

b. Forța de apăsare pe sapă se distribuie uniform pe întreaga suprafață a rolei în contact cu terenul. Forța necesară dislocării fiind proporțională cu forța de apăsare, în baza ipotezelor admise, rezultă că și forțele de dislocare sînt și ele uniform distribuite pe suprafața activă a sferei. Ele sînt tangente acestei suprafețe.

Se notează cu $f$ forța de dislocare pe care o dezvoltă unitatea de suprafață a rolei în timpul mișcării sale. Valoarea sa depinde de forța de apăsare pe sapă.

Se notează:

$O$ — centrul sferei;

$D$ — diametrul rolei.

Semisfera care vine în contact cu terenul se află sub un plan orizontal care trece prin diametrul său $TN$ și este perpendicular pe planul figurii.

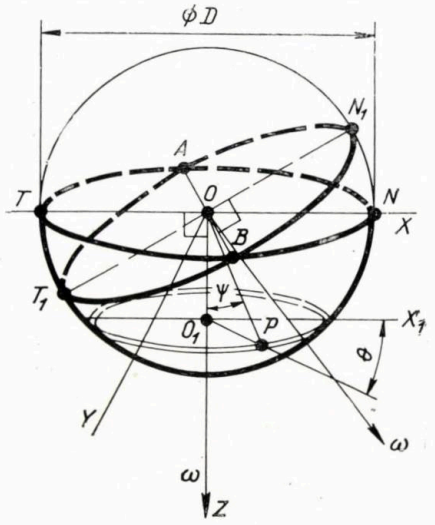



Fig. 2

Pentru început se consideră că semisfera respectivă se rotește în jurul unui ax vertical $Oz$, cu o viteză unghiulară constantă $\omega$.

Se consideră un punct $P$ al acestei suprafețe, definit de coordonatele sferice $\overline{OP}$, $\psi$, $\theta$, unde $\overline{OP} = \frac{D}{2}$;

$\psi$ — unghiul făcut de $OP$ cu $Oz$;

$\theta$ — unghiul diedru făcut cu planul figurii de un plan definit de dreptele $Oz$ și $OP$.

Notînd $O_1$ proiecția punctului $P$ pe $Oz$, se obține:

$$\overline{O_1P} = \overline{OP} \sin \psi = \frac{D}{2} \sin \psi$$

Lucrul mecanic de dislocare elementar dL, pe secundă * dezvoltat de un element de suprafață al semisferei considerate, situat în jurul punctului $P$, este:

$$dL = \overline{OP} \cdot d\psi \cdot \overline{O_1P} \cdot d\theta \cdot f \cdot \overline{O_1P} \cdot \omega$$

Avînd în vedere expresiile de mai sus:

$$dL = \frac{D^3}{8} f \omega \sin^2 \psi d\psi \; d\theta$$

Lucrul mecanic total de dislocare dezvoltat de întreaga suprafață considerată va fi:

$$L = \frac{D^3}{8} f \omega \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{2\pi} \sin^2 \psi \, d\psi \, d\theta =$$

$$\frac{D^3}{8} f \omega \left| -\frac{1}{4} \sin \; d\psi + \frac{1}{2} \psi \right|_0^{\frac{\pi}{2}} \cdot \left| \theta \right|_0^{2\pi} = \frac{\pi^2}{16} f \omega D^3$$

Se consideră un al doilea vector rotație $\omega$, diferit ca poziție de cel situat pe axa $Oz$ și situat în planul figurii. Se presupune că acest al doilea vector rotație $\omega$ antrenează în mișcare o semisferă avînd cerc mare diametrul $T_1N_1$, situat în planul figurii și perpendicular pe acest al doilea vector rotație $\omega$ (se presupune de asemenea că în porțiunea $NN_1$ există atingere cu teren). Lucrul mecanic de dislocare dezvoltat pe semisfera nou considerată are aceeași valoare ca în cazul semisferei precedente.

Se notează cu $AB$ intersecția planului cercului mare al semisferei considerate în primul caz cu planul aceluiași cerc corespunzînd semisferei din al doilea caz. $AB$ este un diametru al sferei din care fac parte cele două semisfere considerate și este perpendicular pe planul figurii.

Este ușor de observat că valoarea lucrului mecanic total de dislocare, dezvoltat de suprafața sferică definită de conturul $AN_1NB$ și acționată în mișcare de rotație de primul vector de rotație $\omega$, este egală cu valoarea lucrului mecanic total de dislocare dezvoltat

* În cele ce urmează se va scrie numai lucrul mecanic, subînțelegînd pe secundă.

de suprafața sferică definită de conturul $ATT_1B$, acționată în mișcare de rotație de al doilea vector de rotație $\omega$. Din aceasta rezultă că, pentru orice poziție a vectorului rotație $\omega$, valoarea lucrului mecanic total de dislocare produs de suprafața semisferică având cerc mare $TBNA$ are valoare constantă, dată de expresia (4);

Considerînd figura 1, se notează;

$\alpha$ — unghiul pe care axa de rotație a rolei îl face cu axa de rotație a sapei;

$\varphi$ — unghiul făcut de axa instantanee de rotație a mișcării, pe care se află situat vectorul rotației $\omega$, cu axa de rotație a sapei;

$\omega_s$ — viteza de rotație a sapei, avînd valoare constantă;

$\omega_r$ — viteza de rotație a rolei.

Viteza de rotație $\omega$ fiind situată în planul definit de vitezele $\omega_s$ și $\omega_r$ rezultă:

$$\omega = \omega_s \frac{\sin \alpha}{\sin \varphi}$$

Introducînd în expresia (4) se obține:

$$L = \frac{\pi^2}{16} f \omega_s D^3 \frac{\sin \alpha}{\sin \varphi}$$

Așa cum s-a arătat, sistemul mecanic considerat fiind practic conservativ, iar expresia sa independentă de timp, valoarea acesteia trebuie să fie minimă. Considerînd dată valoarea lui $\alpha$, expresia de mai sus este minimă în același timp cu maximul numitorului său, adică $\sin\varphi = 1$ sau $\varphi = \frac{\pi}{2}$ Rezultă că *axa instantanee de rotație a mișcării este perpendiculară pe axa de rotație a rolei.*

Expresia lucrului mecanic total al forțelor de dislocare pe întreaga suprafață de contact a rolei cu terenul este deci:

$$L = \frac{\pi^2}{16} f \omega_s D^3 \sin \alpha$$

## 5. Concluzii

Lucrul mecanic de dislocare total pe suprafața de contact a rolei cu terenul variază astfel:

— Crește liniar cu $\omega_s$, viteza de rotație a sapei.

— Crește liniar cu $f$, adică cu apăsarea pe sapă.

— Crește cu puterea a treia a diametrului rolei (diametrul nominal al sapei).

— Variază sinusoidal cu unghiul $\alpha$, dintre axa de rotație a sapei și axa de rotație a rolei, avînd valoare zero pentru $\alpha = 0$. La proiectarea sapelor cu o rolă unghiul $\alpha$ se alege în conformitate cu duritatea terenului în care se sapă (valori mici pentru terenuri dure, mari pentru terenuri moi).

— Axa instantanee a mișcării sistemului este perpendiculară pe axa de rotație a rolei.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Gaboș, Z., Mangeron, D. și Stan, I. Fundamentele mecanicei. București, Ed. Academiei, RSR.
2. Gregorian, Ter. Sape pentru foraj rotativ. Traducere din limba rusă, I.C.F.E. Cîmpina.
3. Grirk, P. F. și Cheatham, J. B. An experimental study of single bit-tooth penetration into dry rock at confinining pressures 0 to 5 000 psi. Society of petroleum engineers, 1965 june.
4. Hammel, G. Teoretische Mechanik. Berlin. Springer Verlag, 1949.
5. Ioachimescu, A. Mecanica rațională. București, Monitorul oficial, 1947.
6. Stoenescu, Al. și Silaș, Gh. Mecanica teoretică. București, Ed. tehnică, 1963.
7. Șațov, N. I. ș. a. Forajul sondelor de țiței și gaze. București, Ed. tehnică, 1963.
8. Vîlcovici, V. ș. a. Mecanica teoretică. București, Ed. tehnică, 1963.

# Unele aspecte legate de limitaţiile impuse de extracţia cu reflux de extract de compoziţie diferită de a extractului finit

## I. Consideraţii generale

I. Precup, I. Buricatu şi D. Grigoriu

Extracţia cu reflux de extract de compoziţie diferită de a extractului finit are o largă aplicare industrială în obţinerea aromaticelor de mare puritate, necesare industriei chimice. Concomitent cu producerea hidrocarburilor aromatice se valorifică corespunzător şi rafinatele obţinute, care au, în general, un conţinut de aromatice de circa 3—8% greutate.

În majoritatea cazurilor [1, 2], refluxul de compoziţie diferită de a extractului finit se realizează prin cuplarea extracţiei lichide cu distilarea extractivă a soluţiei de extract, aşa cum se arată schematic în figura 1. În extracţie,

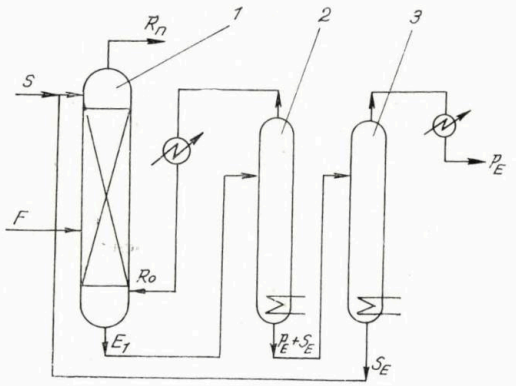



Fig. 1. Schema de principiu a extracţiei cu reflux de extract de compoziţie diferită de a extractului finit.
1 — extractor; 2 — coloană de distilare extractivă, 3 — striper

se realizează o recuperare avansată a hidrocarburilor aromatice, iar prin distilarea extractivă, se asigură puritatea dorită a extractului finit. Produsul distilat, cu compoziţie diferită de a extractului finit, format din hidrocarburi uşoare — cele mai solubile în solvent şi mai volatile — se reintroduce în extractor, avînd rolul de reflux.

Faptul că în extracţie nu se urmăreşte obţinerea unui extract de puritate foarte ridicată permite şi utilizarea unor solvenţi, care, în sistem ternar, dau curbe de echilibru de tip închis şi au, deci, o putere de dizolvare mai mare. Aceasta determină necesitatea unor raţii de solvent mai mici în extracţie, respectiv obţinerea unor volatilităţi relative mai mari în distilarea extractivă.

Folosirea refluxului de compoziţie diferită de cea a extractului finit, permite ca, pe acelaşi extractor, pentru obţinerea aceloraşi produse finale, să se lucreze cu raţii de solvent şi de reflux mai mici decît în cazul utilizării refluxului de aceeaşi compoziţie cu a extractului finit. Din acest punct de vedere, situaţia este cu atît mai avantajoasă, cu cît concentraţia de aromatice a refluxului este mai mică [2, 3]. În plus, aceasta implică consumuri de căldură în distilarea extractivă, respectiv energii de pompare mai mici, diametre reduse ale coloanelor de extracţie şi de distilare extractivă. Se impune deci să se asigure condiţii de lucru pentru obţinerea unor concentraţii de aromatice în reflux cît mai mici, ţinînd însă, cont de limitaţiile procesului şi de dependenţa care există între extracţie şi distilarea extractivă. Avînd în vedere că în extracţia de acest tip sînt implicate simultan echilibre lichid-lichid şi lichid-vapori, limitaţiile impuse procesului vor fi determinate de acestea, existînd limitaţii specifice echilibrului lichid-lichid, respectiv echilibrului lichid-vapori.

*Limitaţiile impuse de echilibrul lichid-lichid* se datoresc, atît variaţiei selectivităţii şi a coeficientului de repartiţie cu concentraţia de aromatice din extractul liber de solvent ($x_{E_1}$), cît şi curbei de echilibru lichid-lichid a sistemului. Variaţia selectivităţii şi a coeficientului de repartiţie cu concentraţia de aromatice din extractul liber de solvent, prezentată în figura 2 — tipică pentru proces—determină domeniul de valori ale concentraţiei, în care extracţia poate fi realizată corespunzător. Aceasta dato-

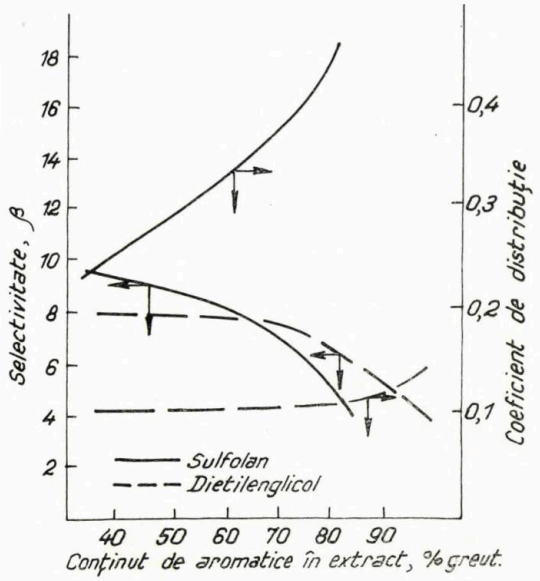



Fig. 2. Variaţia selectivităţii şi a coeficientului de repartiţie în funcţie de concentraţia de aromatice a extractului liber de solvent, pentru sistemele benzină aromatizată-dietilenglicol cu 15% apă la 150°C, respectiv sulfolan cu 1% apă la 100°C.

ită faptului că selectivitatea determină numă-ul de echilibre teoretice necesar în extracție, ar coeficientul de repartiție, rația de solvent. ntrucît extracția trebuie realizată în condiții n care aceste mărimi au valori acceptabile, ariația selectivității va determina limita maximă a concentrației de aromatice din extractul iber de solvent, iar variația coeficientului de epartiție, limita minimă. Extracția trebuie ealizată, deci, în condiții în care $x_{E_1}$ să fie uprins în acest domeniu. Pentru fiecare valoare a lui $x_{E_1}$ din acest domeniu, curba de echilibru lichid-lichid determină limitațiile pentru concentrația de aromatice din reflux ($x_{R_0}$).

Domeniul de concentrații $x_{R_0}$, posibil a fi utilizate, se stabilește pe baza reprezentării grafice a acestui tip de extracție în diagrama triunghiulară [2]. Concomitent, trebuie să se ia în considerare și necesitatea satisfacerii relațiilor de bilanț :

$$E_1 = R_0 + P_E$$

$$G = F + R_0$$

în care : $E_1$, $R_0$, $P_E$, $F$, $G$ sînt cantitățile de soluție de extract, de reflux, de extract finit, de materie primă și de amestec materie primă cu reflux,

precum și faptul că extracția poate fi realizată numai la un număr finit de echilibre teoretice.

Atît domeniul, cît și modul de delimitare a acestuia, depind de faptul dacă $x_{R_0}$ este mai mare sau mai mic decît $x_F$, concentrația de aromatice din materia primă.

Pentru cazul cînd $x_{R_0}$ este mai mare decît $x_F$, limita superioară a lui $x_{R_0}$ corespunde refluxului cu concentrația de aromatice egală cu cea a extractului $E_1'$ ales, după cum se observă din figura 3, întrucît pentru $x_{R_0} > x_{E_1'}$ soluția este imposibilă (ar însemna că refluxul este un amestec de soluție de extract cu extract finit, adică $R_0 = E_1 + P_E$, ceea ce contravine relației de bilanț anterioare). Din figură, rezultă că valoarea $x_{R_0}$ maxim nu depinde de poziția punctului de operație $W$, deci este independentă de rația de solvent și de concentrația de aromatice din rafinatul finit ($x_{P_R}$).

Limita inferioară a lui $x_{R_0}$ depinde de concentrația de aromatice a amestecului de reflux cu materie primă, reprezentat în figura 3 prin punctul G. Dacă concentrația de aromatice a amestecului respectiv ($x_G'$) este mai mică decît cea corespunzătoare refluxului în echilibru cu extractul $E_1'$ ales ($x'_{R_0 min}$), atunci aceasta din urmă este chiar limita inferioară a lui $x_{R_0}$, întrucît implică un număr infinit de echilibre teoretice (segmentele $\overline{R_0E_1'Q'}$ și $\overline{E_1'R_1'}$ se suprapun). În acest caz, $x_{R_0}$ minim nu depinde de rația de solvent și de $x_{P_R}$.

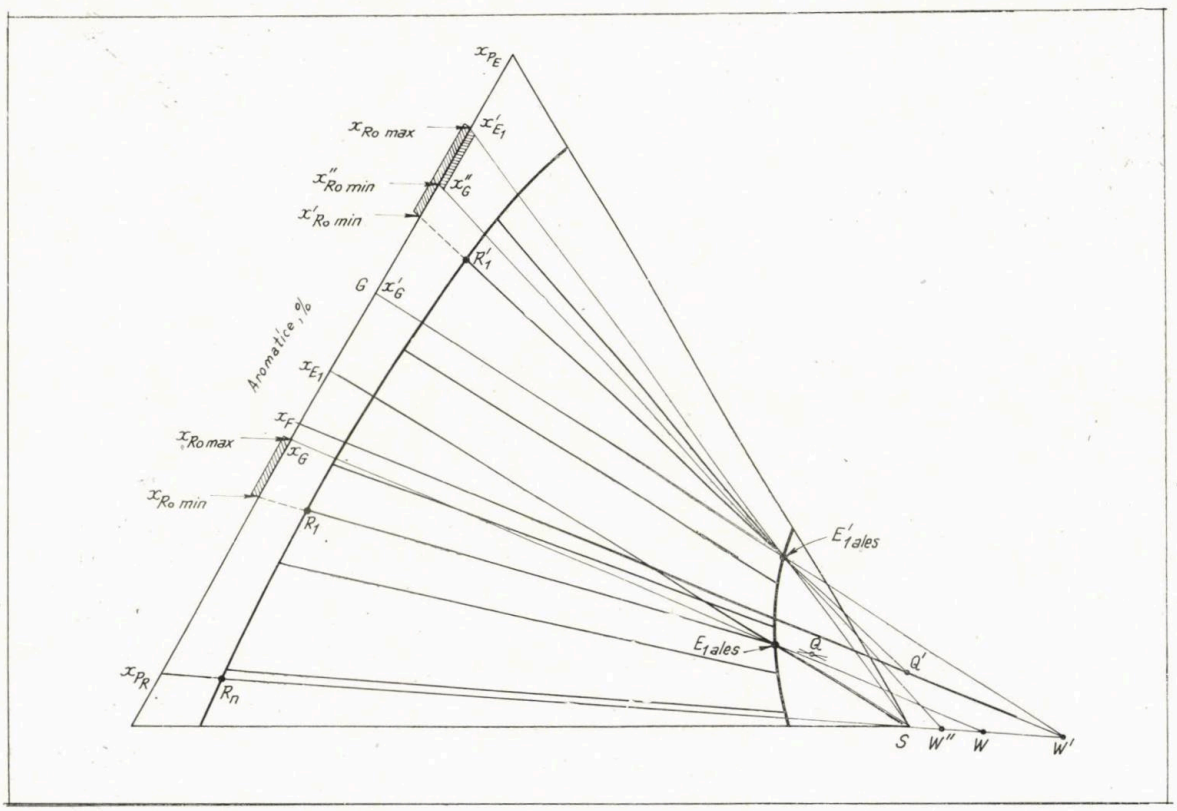



Fig. 3. Determinarea concentrațiilor limită de aromatice a refluxului ($x_{R_0}$), pe baza reprezentării extracției cu reflux de extract de compoziție diferită de cea a extractului finit în diagrama triunghiulară, în funcție de conținutul de aromatice din extractul liber de solvent ($x_{E_1}$), pentru $x_{P_R}$ și $x_{P_E}$ constante.

Cînd $x_G$ este mai mare decît $x'_{R_0min}$ ($x''_G$ în figură), aceasta devine chiar limită inferioară a lui $x_{R_0}$ ($x''_{R_0min}$), deoarece numai pentru $x_{R_0} > x_G$ se respectă relaţia de bilanţ anterioară. În acest caz, concentraţia de aromatice minimă a refluxului variază cu raţia de solvent şi cu concentraţia de aromatice din rafinatul finit, întrucît poziţia punctului $G$, pentru $x_{E_1}$ ales, depinde de poziţia punctului $W$.

În figura 3 sînt reprezentate şi limitele de existenţă ale concentraţiilor de aromatice din reflux pentru situaţia cînd $x_{R_0}$ este mai mic decît $x_F$. Se observă că limita $x_{R_0}$ superioară corespunde cu $x_G$ (pentru a respecta relaţia anterioară) şi depinde de raţia de solvent şi de concentraţia de aromatice din rafinatul finit.

Limita $x_{R_0}$ inferioară corespunde refluxului cu concentraţia de aromatice în echilibru cu extractul $E_1$ ales, întrucît în acest caz, numărul de echilibre teoretice necesar devine infinit.

Excluzînd limitaţiile legate de realizarea practică a distilării extractive (număr de talere teoretice, consum de căldură, diametrul coloanei etc.), există o serie de limitaţii proprii echilibrului lichid-vapori implicat.

*Limitaţiile impuse de echilibrul lichid-vapori* sînt determinate de modul specific de realizare a distilării extractive, implicate în extracţia cu reflux de altă compoziţie decît a extractului finit, în sensul că amestecul de dizolvant şi hidrocarburi (soluţia de extract) se introduce la vîrful coloanei de distilare extractivă, şi nu ca în cazul obişnuit. În această situaţie, compoziţia vaporilor care se pot obţine dintr-o soluţie de extract dată, deci compoziţia refluxului, variază între compoziţia corespunzătoare celei în echilibru cu alimentarea şi cea egală cu compoziţia alimentării.

Întrucît proporţia de solvent din soluţia de extract ($S_{E_1}$) depinde de concentraţia de aromatice a extractului liber de solvent ($x_{E_1}$), după cum se observă în figura 4, în stabilirea domeniului de variaţie a compoziţiei refluxului trebuie să se ţină cont de modificarea volatilităţii relative în distilarea extractivă în funcţie de conţinutul de solvent din soluţia de extract. Deci, limitele de variaţie a compoziţiei refluxului, impuse de echilibrul lichid-vapori, depind de $x_{E_1}$ şi de $S_{E_1}$ corespunzător, aşa cum este arătat în figura 5.

Procesul de extracţie cu reflux de extract de compoziţie diferită de cea a extractului finit poate fi operat numai la acele valori $x_{E_1}$ şi $x_{R_0}$ care satisfac simultan limitaţiile impuse de cele două echilibre, lichid-lichid şi lichid-vapori. Deci, perechile de valori $x_{E_1} - x_{R_0}$ trebuie să se găsească în domeniul de existenţă comun. Determinarea acestui domeniu se face, ca în figura 6, în care, pentru fiecare valoare $x_{E_1}$ cuprinsă în limitele de variaţie menţionate anterior, se reprezintă valorile $x_{R_0}$ limită (maxim şi minime), atît pentru extracţie, cît şi pentru distilarea extractivă. Valoarea concentraţie de aromatice în extractul liber de solvent, cores punzătoare extracţiei în contracurent fără reflux

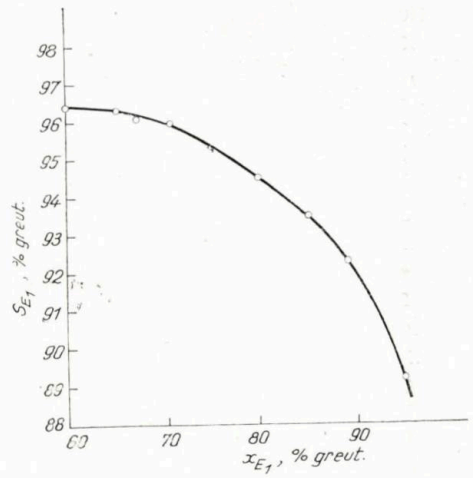



Fig. 4 Variaţia conţinutului de solvent din soluţiile de extract în funcţie de concentraţia de aromatice din extractele libere de solvent, pentru sistemul benzină aromatizată-dietilenglicol cu 15% apă.

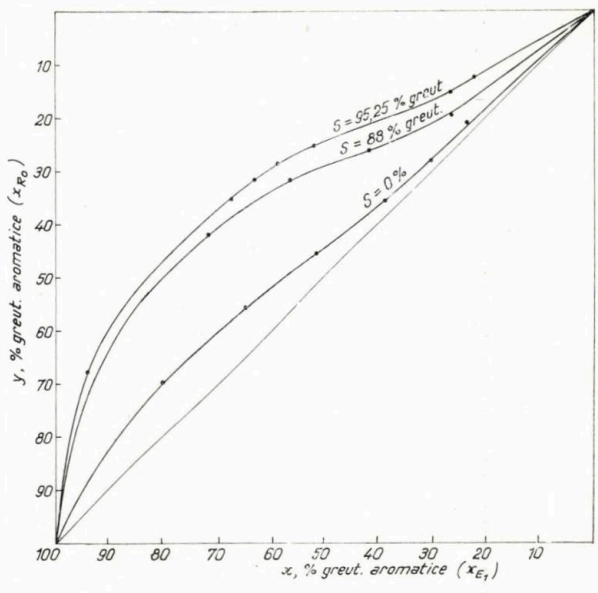



Fig. 5. Curbele de echilibru lichid-vapori pe bază „fără solvent" ale sistemului hidrocarburi-dietilenglicol cu 15% apă.

($x_{E_1\,c.c.}$), delimitează domeniile comune de existenţă pentru cazul cînd $x_{R_0}$ este mai mare decît $x_F$, respectiv mai mic.

Întrucît unele dintre limitaţiile impuse depind de raţia de solvent şi de concentraţia de aromatice în rafinatul şi extractul finit, domeniul comun de existenţă stabilit este valabil pentru un solvent şi o materie primă date, precum şi pentru raţii de solvent şi concentraţii de aromatice în rafinatul şi extractul finit, constante.

Valorile particulare $x_{E_1}-x_{R_0}$, alese din domeniul comun de existenţă, impun raţiile de reflux necesare, determinate de echilibrele implicate, prin intermediul bilanţurilor de materiale aferente. Pentru echilibrul lichid-lichid, raţia de reflux se poate determina din reprezentarea

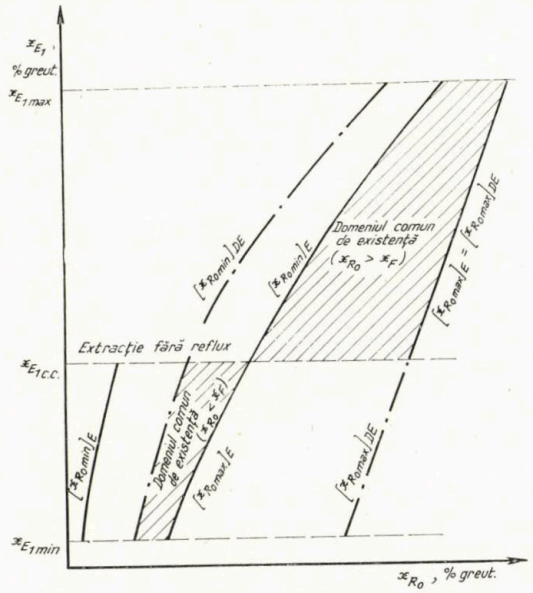



Fig. 6. Limitaţiile impuse pentru $x_{R0}$ de echilibrele lichid-lichid şi lichid-vapori, în funcţie de concentraţia de aromatice a extractului liber de solvent.
E – extracţie; DE – distilare extractivă.

grafică în diagrama triunghiulară, prin metodologia cunoscută [2]. Raţia de reflux impusă de echilibrul lichid-vapori (cantitatea de vapori rezultată, raportată la materia primă iniţială) poate fi determinată din relaţia de bilanţ a distilării extractive :

$$x_{E_1}(P_E + R_0) = x_{P_E} \cdot P_E + x_{R_0} \cdot R_0$$

din care, prin explicitarea lui $P_E$ în funcţie de cantitatea de materie primă $F$, se obţine :

$$\frac{R_0}{F} = \frac{x_{P_E} - x_{E_1}}{x_{E_1} - x_{R_0}} \cdot \frac{x_F - x_{P_R}}{x_{P_E} - x_{P_R}}$$

Avînd în vedere interdependenţa care există între extracţie şi distilarea extractivă, raţiile de reflux corepunzătoare valorilor particulare $x_{E_1}-x_{R_0}$, determinate de cele două echilibre, trebuie să fie egale, ceea ce înseamnă că, de fapt, există perechi de valori $x_{E_1} - x_{R_0}$, care satisfac simultan atît limitaţiile, cît şi corelarea dintre echilibrele implicate. Unei valori $x_{E_1}$ fixate îi corespunde o singură valoare $x_{R_0}$, pentru care se poate efectua extracţia cu reflux de extract de compoziţie diferită de cea a extractului finit. Întrucît în lucrările anterioare s-a considerat că distilarea extractivă poate realiza orice performanţă [2], la o valoare $x_{E_1}$ aleasă putea rezulta o serie de valori $x_{R_0}$, care satisfăcea raţia de reflux impusă de extracţie.

Pe baza unor considerente similare, se poate stabili domeniul de existenţă pentru concentraţia de aromatice din soluţia de extract, dacă din anumite motive este necesar să se fixeze valoarea concentraţiei de aromatice din reflux. Concluziile obţinute sînt aceleaşi.

Cunoaşterea aspectelor legate de limitaţiile impuse de echilibrele lichid-lichid şi lichid-vapori, precum şi de interdependenţa acestora, permite :

— stabilirea metodologiei de încercare la scară pilot a solvenţilor, posibil a fi folosiţi în acest tip de extracţie, pentru determinarea condiţiilor optime de încercare, în vederea creşterii economicităţii cercetărilor aferente (economii de timp, de forţe de cercetare şi de cheltuieli) ;

— folosirea concluziilor rezultate, atît în interpretarea datelor obţinute din analizele tehnologice, cît şi în prelucrarea lor, în scopul îmbunătăţirii performanţelor instalaţiilor existente.

**BIBLIOGRAFIE**


1. * * * Hydrocarbon Processing, **51**, nr. 9, 1972, p.185, 203, 204.
2. Precup, I, Grigoriu, D. Petrol şi gaze, **18**, nr. 6, 1967, p. 334.
3. Precup, I., Grigoriu, D., Despa, St. Petrol şi gaze, **18**, nr. 8, 1967, p. 425.

# Observaţii asupra coroziunii bacteriene a utilajului din industria de extracţie a ţiţeiului

Maria Suciu

Intervenţia activităţii microbiene în obiectivul preocupărilor de cercetare din industria petrolului este relativ recentă. Activitatea bacteriilor a fost studiată în legătură cu geologia şi geochimia petrolului şi cu efectele ei utile sau nocive asupra industriei petrolului.

Geneza petrolului a fost corelată cu acţiunea bacteriilor asupra rocilor sedimentare organice. Efectul acţiunii bacteriilor asupra hidrocarburilor se poate determina din unele proprietăţi ale solului şi ale apelor freatice sau de adîncime, ale căror analize dau indicaţii asupra acumulărilor subterane de hidrocarburi.

Metode curente de prospectare se asociază sau se completează cu metode de prospectare microbiană.

Rolul pe care îl pot avea bacteriile în eliberarea acumulărilor subterane a hidrocarburilor din matricea organică a acestora în rocile sedimentare (de exemplu, dizolvarea unor roci sedimentare prin acţiunea bioxidului de carbon şi a acizilor organici produşi de bacterii) a fost arătată în multe cazuri, contribuind astfel la mărirea eficienţei recuperărilor secundare.

În ultimii ani, activitatea bacteriilor a fost utilizată pe o scară din ce în ce mai largă pentru epurarea scursorilor din rafinării. Un mare număr de lucrări dezvoltate pînă la scară semi-industrială au arătat că unele hidrocarburi (*n*-alcanele) pot fi convertite cu randamente apreciabile în proteine, printr-o acţiune microbiană controlată. Se întrevede, astfel, posibilitatea eliminării deficienţei de proteine în alimentarea populaţiei globului, plecînd de la hidrocarburi şi bacterii ca materii prime.

Între efectele negative ale activităţii bacteriene asupra industriei petrolului sînt de menţionat coroziunea metalelor, înfundarea sau blocarea acumulărilor subterane de ţiţei îngreuind operaţiile de recuperare secundară prin injecţia cu apă, descompunerea aditivilor utilizaţi în fluidele de foraj şi prin contaminarea şi descompunerea unor produse petroliere finite, cum sînt benzinele auto şi combustibilul pentru avioane cu reacţie etc.

Nota aceasta se limitează la prezentarea unor aspecte ale intervenţiei bacteriilor în procesul de coroziune în condiţiile de lucru ale utilajului metalic din industria de extracţie a ţiţeiului.

Coroziunea bacteriană se produce ca un efect al prezenţei la suprafaţa metalelor a unei concentraţii ridicate din anumite specii de microorganisme. Modul în care bacteriile pot ajunge în contact cu materialele şi utilajele metalice pot lua forme foarte variate. Astfel, în interiorul sondelor de extracţie bacteriile pot ajunge prin :

— noroiul de foraj care poate fi contaminat şi care permite inocularea fiecărei formaţiuni la care ajunge ;

— prin apele de injecţie — în cazul sondelor de injecţie ;

— prin orice operaţie de adîncime efectuată nesteril ;

— prin deplasarea apelor subterane ;

— prin mişcări proprii ale bacteriilor.

În condiţii favorabile de temperatură, salinitate, concentraţii ale ionilor de H (*p*H), surse alimentare adecvate în prezenţa sau absenţa aerului, bacteriile pot creşte cu viteze surprinzător de mari, ajungînd în timp relativ scurt la concentraţii nocive.

Pentru a preveni activitatea nedorită a bacteriilor este necesar, deci, a se evita prezenţa lor, oprindu-li-se dezvoltarea sau împiedicarea condiţiilor în care se poate desfăşura activitatea lor corosivă.

Cercetările efectuate de-a lungul timpului au arătat că bacteriile pot iniţia sau stimula coroziunea prin mai multe mecanisme, şi anume :

1. În procesul electrochimic de coroziune prin depolarizare catodică şi producere de $H_2S$.

2. Prin formarea unor mase mucilaginoase (strîns aderente de suprafaţa internă a conductelor) sau a unor noduli, care pot favoriza coroziunea prin crearea unor celule de aerare diferenţială, sau creînd condiţii de anaerobioză, care pot favoriza dezvoltarea bacteriilor sulfat-reducătoare.

3. Prin acţiunea unor derivaţi metabolici corosivi pe care îi produc.

4. Prin modificările pe care le aduc peliculele protectoare.

Aspectele fundamentale ale procesului de coroziune electrochimică cu participarea bacteriană sînt de mult timp cunoscute. Participarea bacteriană la coroziune a fost studiată şi descrisă, pentru prima dată, de către Walzogen Kuhr şi Vander Vlught (1934) asupra unor conducte care suferiseră un proces de grafitizare. Lucrarea aceasta a constituit punctul de plecare a numeroase studii şi cercetări.

lucrările mai noi confirmă sau pun sub semnul întrebării validitatea teoriei formulate inițial, care poate fi schematizată prin următoarele reacții ionice :

$$I\quad 8\ H_2O \rightarrow 8\ OH^- + 8\ H^+$$

$$II\quad 4\ Fe \rightarrow 4\ Fe^{++} + 8\ e \text{ (anod)}$$

$$III\quad 8\ H^+ + 8\ e \rightarrow 8\ H \text{ (catod)}$$

$$IV\quad SO_4^{--} + 8H \xrightarrow{\text{bacterii}} S^{--} + 4H_2O \text{ (depolarizare catodică)}$$

$$V\quad Fe^{++} + S^{--} \rightarrow FeS \text{ (anod)}$$

$$VI\quad 3\ Fe^{++} + 6(OH)^- \rightarrow 3\ Fe(OH)_2 \text{ (anod)}$$

Reacția finală se poate scrie :

$$4Fe + SO_4^{--} + 4H_2O \rightarrow FeS + 3Fe(OH)_2 + 2(OH)^-$$

Asupra reacțiilor de mai sus se pot face următoarele observații :

a. Pentru reducerea fiecărei molecule de ion sulfatic sînt necesari 10 atomi de H, fapt care, după autori, conduce la o depolarizare eficace, mai ales în cazurile în care organismele își procură întreaga sau cea mai mare parte a necesarului de H de pe suprafața catodului.

b. Într-un sistem izolat, lipsit de $O_2$, cea mai mare parte a hidrogenului sulfurat reacționează cu Fe (care pătrunde în soluție la anod, pentru a forma sulfura de fier insolubilă) :

$$H_2S + Fe \rightarrow FeS + H_2.$$

c. Ionii feroși în exces formează hidroxidul feros.

Participarea bacteriilor în procesul electrochimic de coroziune a fost arătat mai explicit de Baumgartner (1962), în felul prezentat mai jos :

a. Datorită neomogenităților de structură locală, fierul are tendința de a deplasa electronii care se scurg spre catod, ionul feros devine anod. Pe suprafața Fe se formează astfel „micropile" constituite din anozi și catozi locali.

b. Electronii pierduți la anod se scurg prin metal spre catod :

$$Fe \longrightarrow Fe^{++} + 2\ e.$$

c. Catodul, fiind încărcat negativ, atrage ionii de H— care provin din disocierea apei :

$$H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$$

d. La catod, ionii de H acceptă electronii și formează atomi de H :

$$2H^+ + 2e \longrightarrow 2\ H$$

e. Ionii feroși încărcați pozitiv ($Fe^{++}$) sînt oxidați de oxigen în prezența apei, în ioni ferici ($Fe^{+++}$), care reacționează cu ionii de hidroxid ($OH^-$), pentru a forma hidroxidul feric :

$$2Fe^{++} + 1/2O_2 + 5H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3 + 4H^+$$

f. Cînd ionii de hidrogen neutralizați nu sînt îndepărtați de la catod, se acumulează în jurul acestuia, formînd o peliculă care izolează suprafața metalului de mediul exterior.

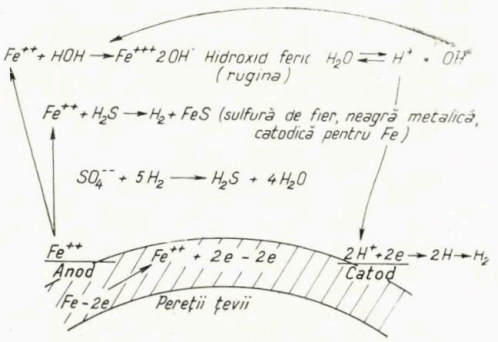



Fig. 1. Schema coroziunii electro — chimice cu participare bacteriană — Baumgartner 1962.

Prin aceasta se împiedică accesul ionilor de $H^+$ din soluție la catod și efectul de coroziune scade în intensitate. Se produce ceea ce se numește „polarizarea catodului".

Trecerea electronilor de la suprafața metalului în soluție fiind redusă, va scădea, drept rezultat și intensitatea de trecere prin metal a electronilor spre zona catodică. Pentru ca procesul de coroziune să poată evolua, trebuie să existe mijloace de îndepărtare a atomilor de H— de pe suprafața metalică, adică trebuie să fie depolarizat catodul.

Cînd mediul este puternic acid, atomii de H care se formează la catod se pot degaja sub formă gazoasă.

În apele neutre sau alcaline, aerul dizolvat (respectiv $O_2$) poate acționa ca un depolarizator catodic; în acest caz, $O_2$— reacționează cu H (la catod):

$$O_2 + 2H_2 \rightarrow 2\ H_2O$$

Prezența $O_2$ reprezintă în multe sisteme o condiție esențială pentru un atac corosiv susținut.

În cazul coroziunii bacteriene, caracteristic este faptul că, în absența $O_2$, depolarizarea catodului poate fi efectuată de bacterii hidrogenazactive, sulfat-reducătoare, care, cu ajutorul unei enzime speciale-dehidrogenaza, consumă hidrogenul molecular de pe suprafața catodului, depolarizîndu-l.

Ca acceptori de H— pentru bacteriile sulfat reducătoare servesc, în general, sulfații, dar în lipsa sau după reducerea acestora, bacteriile pot folosi ca acceptori de H și alte substanțe, cum ar fi malatul, fumaratul, tetrationatul, metabisulfitul etc.

În condiţii deosebite, consumul de H catodic a putut fi realizat şi de alte bacterii anaerobe, spre exemplu : Methanobacterium formicicum. S-a arătat, de asemenea, că există şi germeni aerobi care conţin hidrogenază şi care pot interveni în procesul de depolarizare catodică, cum ar fi : Escherichia Coli, Proteus vulgaris etc.

Prin reacţia de formare a sulfurii feroase, din ionii $S^{--}$ şi $Fe^{++}$, FeS precipită şi se depozitează la locul de reacţie sub forma unor cruste sau tuberculi. Depozitul de sulfură de fier formează o micropilă în contact cu fierul, care devine anod faţă de sulfura de fier şi se corodează în continuare, mărind această crustă, eventual şi cu depuneri de oxid de fier $Fe_3O_4$. Procesul poate continua astfel pînă la perforarea peretelui conductei. S-a constatat că bacteriile sulfat-reducătoare pot contribui la atacul metalelor chiar şi în apele care conţin $O_2$. În asemenea cazuri, ele produc $H_2S$, în sectoarele izolate, anaerobe, iar hidrogenul sulfurat format tinde să reacţioneze cu fierul dizolvat, pentru a produce sulfura de fier.

Oxigenul, la rîndul său, accelerează coroziunea, prin depolarizare catodică şi, combinîndu-se cu fierul, formează o peliculă de oxid de fier. Pentru a putea supravieţui în apele care conţin $O_2$, bacteriile sulfat-reducătoare se acumulează sub depozitele formate de oxidul şi sulfura de fier. Prezenţa acestor depozite care, adeseori, iau aspectul unor tuberculi, este condiţionată şi de prezenţa unor bacterii asociate, numite fer-oxidante, care sînt aerobe şi care îşi găsesc sursa de energie în reacţia de oxidare a ionului feros la ion feric :

$$2CO_3Fe + 1/2O_2 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 2CO_2.$$

Consumînd oxigenul, ele creează condiţii de anaerobioză favorabile dezvoltării bacteriilor sulfat-reducătoare anaerobe.

Acţiunea bacteriană anaerobă are astfel rolul de a depolariza catodul, prin încorporarea de H şi de a elibera anodul, permiţînd reacţia între Fe ionic şi $H_2S$ produs.

Cercetările unor autori au dus la concluzia că depolarizarea catodului, datorită utilizării bacteriene de H, ar fi de mai mică importanţă, decît un alt mecanism care duce la coroziune, şi anume, depolarizarea anodică, adică reacţia în soluţie între $H_2S$ şi Fe ionic.

Studiile de polarizare efectuate de către H o r v a t h (1960), folosind o celulă de coroziune cu electrozi din oţel moale şi cu electrod de calomel ca referinţă, lucrînd în prezenţa şi în absenţa bacteriilor sulfat-reducătoare, au dus la noi concluzii, referitoare la modul în care se desfăşoară coroziunea. Astfel, potenţialul electrodului s-a găsit că scade într-un mediu de cultură conţinînd lactate, o dată cu creşterea numărului de bacterii şi o scădere consecutivă a potenţialului de redox-oxido-reducere (Eh) culturii bacteriene de la circa +0,2 V la −0,2 V

Curbele obţinute în urma activităţii bacteriilor sulfat-reducătoare arată că, după 7 zile sistemul inoculat atinge o valoare negativă după care începe o reîntoarcere spre valori pozitive ; *p*H-ul culturii, la început neutru devine treptat alcalin după 10 zile şi ajunge spre sfîrşit, la valoarea 8. Creşterea *p*H-ului şi modificarea potenţialului redox a fost corelată cu o creştere a polarizării anodice, deşi depolarizarea anodică a fost foarte pronunţată în fazele timpurii de creştere bacteriană, înainte de o creştere în *p*H. Astfel, după H o r v a t h, activităţile ionilor ferici şi sulfurici sînt aproximativ aceleaşi la un *p*H neutru, pe cînd în limita unui *p*H acid, ionii ferici sînt în exces, iar în limitele unui *p*H alcalin, ionii sulfurici predomină. Urmează, deci, ca pe măsură ce *p*H-ul devine alcalin, să crească polarizarea anodică, datorită inactivităţii relative a ionilor feroşi şi precipitării lor pe suprafaţa anodică de către ionii sulfuroşi în exces. Precipitatul de sulfură de fier formează o barieră în migrarea ionilor, prevenind o supraaglomerare în concentrarea ionilor feroşi şi, astfel, are loc polarizarea anodică.

Coroziunea, datorită $H_2S$, ar putea fi foarte activă la un *p*H-acid, dar bacteriile sulfat-reducătoare devin inactive la un asemenea *p*H.

Alcalinitatea care se dezvoltă în culturile bacteriilor sulfat-reducătoare se datoresc, probabil, reducerii anionilor sulfatici, puternic acizi, la anioni sulfuroşi, slab acizi, fără să fie efectuată activitatea anionilor puternic alcalini, ca : Na, Ca, Mg.

Curbele de depolarizare catodică arată că o depolarizare catodică pronunţată, atribuită îndepărtării H de către bacteriile sulfat-reducătoare, se produce în fazele timpurii, înainte de dezvoltarea alcalinităţii.

Studiile a numeroşi cercetători, printre care B o o t h şi T i l l e r (1960), au dus la concluzia că depolarizarea H catodic nu se produce decît de bacteriile care conţin în citoplasma lor, o enzimă specială — dehidrogenaza — şi decurge, în acest caz, conform teoriei lui W o l z o g e n von K u h r şi V a n d e r V l u g t, (ex. Desulfovibrio desulfuricans tulpina Hildenborough) şi nu se produce în prezenţa unor bacterii sulfat-reducătoare care nu conţin hidrogenază, cum ar fi Desulfovibrio orients (tulpina Singapore). Studii electrochimice, efectuate de aceiaşi autori, utilizînd un reducător sulfatic termofil (Clostridium nigrificans) şi tulpini atît hidrogenaz-pozitive, cît şi hidrogenaz-negative, precum şi 4 tulpini de Desulfovibrio desulfuricans au condus la concluzia că utilizarea H poate fi asociată cu depolarizarea hidrogenului catodic, dar nu neapărat legată de reducerea sulfatică. Exemplu : Clostridium nigrificans (tulpina Ted-

ington) care conţine, hidrogenază poate produce o depolarizare catodică, dar nu poate asocia încorporarea H cu reducerea sulfatică. În urma acestor experienţe şi a altora asemănătoare, Booth şi Tiller ajung la concluzia că, deşi coroziunea este o funcţie a H catodic, ea nu este necesar corelată cu reducerea sulfatică.

Coroziunea fierului şi a oţelului, produsă de bacteriile sulfat-reducătoare anaerobe, se poate produce, deci, fără cuplarea consumului de H catodic cu reducerea ionului sulfatic, următoarele reacţii putînd decurge independente :

$$\text{coroziune } Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2H$$

$$\text{bacterii } 8H + SO_4^{2-} \rightarrow S^2 + 4H_2O$$

Deşi depolarizarea catodului prin intermediul bacteriilor este un fapt bine stabilit prin lucrările lui Starkey şi Wright (1945), Horvath (1960), Booth şi Tiller (1960), după J. B. Davis nu ar exista nici o evidenţă care să arate că, pentru a produce coroziune, ar fi necesară cuplarea consumului de H catodic cu reducerea sulfatică. Faptele menţionate ar pune în mare cumpănă teoria avansată iniţial de von Wolzogen Kuhr şi Van der Vlugt şi, după J. B. Davis, întrebarea s-ar pune dacă încorporarea H-catodic de către bacteriile sulfat-reducătoare ar mai putea fi considerată drept cel mai important mecanism din coroziune bacteriană anaerobă.

Mecanismul depolarizării catodice, prin care, în urma activităţii bacteriene se stimulează coroziunea, are loc, după unii autori, într-o măsură prea mică, pentru a explica coroziunea internă care se observă în terenurile petroliere. Aceasta ar putea fi mai uşor explicată prin substanţele produse de unele bacterii, cum ar fi $H_2SO_4$, $H_2S$, sulfuri, mercaptani.

Experienţele efectuate recent, în care s-au folosit suspensii de resturi celulare de bacterii sulfat-reducătoare hidrogenaz-pozitive, au demonstrat că bacteriile pot depolariza ariile catodice a unei suprafeţe de oţel moale, utilizînd $H^+$ şi stimulînd coroziunea într-o proporţie echivalentă cu H folosit. Organisme aparţinînd, de asemenea, genului Desulfovibrio, dar hidrogenaz-negative, s-au dovedit a fi inactive în acest proces (Ex. Desulfotomaculum orientis).

S-a observat, de asemenea, că bacteriile realizează procesul de depolarizare mult mai eficient, atunci cînd activitatea hidrogenazică este mărită, prin adăugarea unor substanţe reductibile, cum ar fi benzil viologenul (ca acceptor terminal de electroni).

S-a ajuns, astfel, la concluzia că, în prezenţa unui substrat reductibil, viteza depolarizării catodice este o funcţie a activităţii enzimatice a bacteriilor, pe cînd în absenţa unui asemenea substrat, viteza depolarizării depinde doar de potenţialul electrodului.

Este interesant de observat că bacteriile sulfat-reducătoare hidrogenaz active — produc o depolarizare catodică şi în cazul coroziunii anaerobe a aluminiului. Coroziunea aluminiului decurge, în mod similar cu cea a Fe, organismele hidrogenaz active producînd coroziune, iar cele hidrogenaz-negative ne producînd.

Rezultatele comparative obţinute în urma unor experimentări de coroziune bacteriană anaerobă asupra fierului, oţelului şi aluminiului au dus la concluzia că atacul microbial al Al (ex. Dv. salexigens) este analog cu cel al Fe şi că atacul poate fi mai pronunţat decît asupra oţelului.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Booth, G.H. şi Tiller, A.K. Corrosion Science, **8**, 1968, p. 583—600.
2. Booth, G.H. şi Tiller, A.K. Corrosion Science, **8**, 1968, p. 549—555.
3. Baumgartner, A. W. Journal of Petroleum Technology, oct. 1962, p. 1 074—1 078.
4. * * * Coroziunea din industria petrolieră 1967, Ediţie specială R.S.R.
5. Davis, J. B. Petroleum microbiology 1967, Edit. Elsevier.
6. Zobell Claude (E.Z. Ecology if Sulphate Reducing Bacteria, 1959, (Preprint-fără alte indicaţii bibliografice I.C.F.E. — Cîmpina).
7. Iverson Warren — Conference on Corrosion and Protection of Pipes and Pipelines — Preprint, 1968.

# CRONICĂ

## COLOCVIU DE „TEORIA FILTRAȚIEI"

În zilele de 7 și 8 mai 1973 a avut loc la Cîmpina cel de-al doilea Colocviu național de „Teoria filtrației" organizat de Societatea de Științe matematice din R.S. România și subfiliala Cîmpina în colaborare cu Comisia de ingineri și tehnicieni din cadrul Institutului de cercetare și proiectare tehnologică pentru industria extractivă de țiței și gaze — Cîmpina.

La deschiderea lucrărilor au luat cuvîntul prof. Maria Ștefănescu, președinta Subfilialei de matematică Cîmpina, Ion Paraschiv, secretarul Comitetului orășenesc al P.C.R. Cîmpina, dr. ing. Gheorghe Aldea, director general al institutului din Cîmpina și acad. Caius Iacob, vicepreședinte al Societății de matematică din R.S. România, conducătorul colocviului.

Au participat la dezbateri peste 100 de specialiști în matematică-mecanică și teoria filtrației, reprezentanți ai centrelor universitare din țară, și anume: București, Craiova, Constanța, Timișoara, Pitești, ai institutelor de cercetare și proiectare care au în obiectiv probleme specifice curgerii prin medii poroase din București, Ploiești și Cîmpina și profesori de matematică din județul Prahova.

Primul referat a fost prezentat de dr. ing. Ion Lari din cadrul Institutului de cercetare și proiectare tehnologică pentru industria extractivă de țiței și gaze Cîmpina și a avut ca temă: Considerații asupra conceptului de viscozitate a fluidelor de foraj în medii poroase.

Relevînd aspectele fenomenologice care apar în definirea noțiunii de viscozitate cauzate de neluarea în considerare a fenomenelor intime cinetico-moleculare autorul încearcă o nouă interpretare, utilizînd metoda structurală de caracterizare a fluidelor de foraj cu ajutorul relaxării magnetice prin inducție nucleară liberă.

Ing. Ion Mirel, șef de lucrări la Institutul politehnic — Timișoara a vorbit despre: „Considerații teoretice și experimentale privind dezvoltarea procesului de filtrație rapidă". Combinînd aspectul teoretic cu cel aplicativ realizat cu ajutorul coloanelor de filtrare model și al diferitelor tipuri de medii de filtrare, autorul reușește să realizeze eficiența în procesele de filtrare a apei, asigurînd granulația și lungimile optime de filtre în alimentarea cu apă. Problema fiind de actualitate a prezentat mult interes și ample discuții.

Viorel Popa, șef de lucrări la Institutul de subingineri — Pitești, a expus tema: „Asupra mișcării unui fluid perfect în jurul unui cilindru poros".

Abordînd o problemă de interes teoretic fundamental, autorul reușește să obțină aprecierea participanților asupra modului de rezolvare a subiectului propus.

Dr. Elena Ungureanu, cercetător la Institutul de matematică București a prezentat problema privind: „O metodă analitică pentru determinarea mișcării a două fluide în prezența unei singularități date". Caracterul teoretic și modul interesant de rezolvare a lucrării au adus autoarei unanime aprecieri.

Dr. doc. Ștefan I. Ghiorghiță, profesor la Universitatea din București a tratat lucrarea: „Asupra problemei plane a neomogenității lenticulare în medii izotrope".

Lucrarea fiind prezentată la un înalt nivel științific aduce autorului cele mai elogioase aprecieri din partea participanților la colocviu.

Dr. Vasile Ionescu, profesor la Universitatea Craiova a abordat problema privind: „Studiul dizlocuirilor trifazice sau bifazice neizoterme ale fluidelor în medii poroase". Prin introducerea temperaturii în relații de curgere a fluidelor prin medii poroase se oferă posibilitatea studierii fenomenelor de dizlocuire bi- și trifazică în subteran la adîncimi mari. Expunerea a prezentat un viu interes în special pentru specialiștii din industria de petrol.

Dr. Sorin Gogonea, conferențiar la Institutul agronomic București a avut ca temă: „Asupra problemei cavităților subțiri în medii poroase de tipul II". Aspectul teoretic fundamental abordat de autor în expunerea lucrării a adus aprecierile participanților la colocviu.

Dr. Ciprian Cosma conferențiar la Institutul agronomic București prin lucrarea: „Dizlocuirea capilară unidimensională în medii poroase omogene" a introdus un interesant mod de soluționare a problemei și unanime aprecieri ale celor prezenți.

Viorel Popescu și Viorel Voinescu cercetători la Institutul de cercetare și proiectare tehnologică pentru industria extractivă de țiței și gaze Cîmpina, au susținut referatul privind: „Studiul avansării interfeței fluid-fluid în strate înclinate". Utilizînd modelele analogice electrice și efectuînd măsurătorile parametrilor urmăriți rezolvă cu ajutorul mașinilor electronice de calculat ecuațiile necesare soluționării problemei propuse.

Lucrarea avînd un caracter aplicativ în curgerea fluidelor din subteran a deschis un interesant schimb de opinii.

Gheorghe Petrescu, lector univ. la Institutul pedagogic — Pitești a prezentat problema: „Asupra mișcării în medii poroase faliate". Abordînd o lucrare cu o sferă mare de aplicare în hidrodinamica mediilor poroase și obținînd relații de calcul cu un număr redus de variabile, pentru diferite geometrii de fisuri, autorul reușește să obțină unanime aprecieri.

Dr. ing. Ioan David, șef de lucrări la Institutul politehnic — Timișoara, a expus lucrarea: „Reprezentarea analitică a mișcării plane în medii poroase în prezența sistemelor periodice". Tratînd o problemă teoretică fundamentală autorul completează conceptele introduse în școala românească de teoria filtrației de acad. Caius Iacob și dr. doc. Ștefan Ghiorghiță cu noi elemente, extinzînd astfel sfera cercetărilor din acest domeniu.

Dr. Horia Ene, cercetător la Institutul de matematică — București, a prezentat: „Asupra dizlocuirii a două fluide în prezența unui cîmp electromagnetic". Plecînd de la existența a două tipuri de fluide conductive și neconductive autorul reușește să găsească o relație interesantă de soluționare a problemei și să deschidă posibilități practice de aplicare a lucrării.

La închiderea colocviului acad. Caius Jacob, conducătorul lucrărilor a evidențiat modul fructuos de colaborare dintre Societatea de științe matematice din R.S. România cu centrele universitare din țară și cu institutele de cercetare interesate în problema curgerii prin medii poroase. De asemenea, a evidențiat aspectul pozitiv care s-a produs față de primul colocviu care a avut loc în anul 1972 atît prin creșterea competenței științifice și a gradului de prezentare a lucrărilor, cît și a dezvoltării și introducerii aspectelor teoretice fundamentale în domeniile tehnico-aplicative.

## CONSFĂTUIREA TEHNICO-ȘTIINȚIFICĂ CU TEMA, „MĂSURAREA DEBITELOR DE GAZE PRIN METODA ORIFICIULUI"

În urma studiilor întreprinse, în cadrul programului prioritar, privind gospodărirea rațională a energiei, referitor la „Îmbunătățirea exploatării rețelelor și instalațiilor de gaze", lucrare întocmită de ing. Gh. Gabriel, în cadrul Institutului de studii și proiectări pentru construcții și instalații de gospodărie comunală (ISPGC), s-a constatat că la aplicarea în practică a metodei orificiului se fac unele erori atît la aplicarea relației de calcul, cît și la prelevarea parametrilor.

Ca urmare a acestei constatări, Comisia de gaze a propus și, cu acordul Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor, al Secției de petrol și gaze, a organizat o consfătuire tehnico-științifică pentru analizarea situației și găsirea mijloacelor pentru îmbunătățirea acesteia.

În acest context, în colaborare cu Ministerul Minelor, Petrolului și Geologiei (M.M.P.G.), Comitetul de Stat pentru Economia și Administrația Locală (CSEAL), în prezent C.P.C.P., Centrala Industrială a gazului metan (C.I.G.M.) și Comisia inginerilor și tehnicienilor din Municipiul Mediaș, în zilele de 29—30 mai 1973, la Mediaș, s-a ținut, cu participarea factorilor interesați din întreaga țară, o consfătuire pe această temă.

S-au prezentat următoarele referate :

1. „Limite şi condiţii pentru aplicarea metodei orificiului la măsurarea debitelor de gaze", de ing. Gabriel Gheorghe, ISPGC — Bucureşti.

2. „Aspecte noi în practica măsurării gazelor prin instalaţii diferenţiale", de ing. Emil Georgescu şi ing. Ştefan Rotaru, IDGB — Bucureşti.

3. „Un nou tip de debitmetru diferenţial indicator pentru gaze naturale transportate prin conducte", de ing. Homutescu Adrian, dr. ing. Zugrăvel Mircea şi ing. Gaicinschi Radu (colectiv al catedrei de termotehnică a Institutului Politehnic — Iaşi).

4. „Aplicarea în R.S.R. a metodei ISO la măsurarea debitelor prin metoda presiunii diferenţiale", de ing. Alexandru Ţăranu, ISPGC — Bucureşti.

5. „Măsurarea debitelor de gaze la presiuni înalte şi medii", de ing. Alex. Horvath, IECMGM — Mediaş.

6. „Metode preferenţiale privind măsurarea debitelor de gaze", de ing. Ion Drăgoi şi ing. Teodor Fusaru, IDGB — Bucureşti.

7. „Procedee şi metode privind îmbunătăţirea măsurării gazelor naturale", de ing. Nicu Dragomir şi ing. Emil Blaga IECMGM — Mediaş.

Se poate aprecia interesul suscitat de tema aleasă în rîndul participanţilor dacă se are în vedere că circa 35% din cei circa 150 de participanţi au luat cuvîntul pe marginea referatelor prezentate.

Discuţiile s-au purtat în mod deschis, şi au avut o pregnantă notă de rigoare ştiinţifică. Din referatele prezentate ca şi din discuţiile purtate s-a desprins necesitatea aplicării unor măsuri — adoptate în finalul consfătuirii şi înscrise într-un plan de măsuri — pentru aplicarea unui sistem unic de calcul al debitelor de gaze conform instrucţiunilor ce se vor elabora şi difuza de către C.I.G.M. prin Întreprinderea de exploatare a conductelor magistrale de gaz metan (I.E.C.M.G.M.), în trimestrul III, 1973. A rezultat, de asemenea, că este necesară organizarea unor cursuri de instruire a cadrelor care lucrează în măsurarea gazelor, începînd cu luna septembrie 1973, la I.E.C.M.G.M. — Mediaş. S-a mai stabilit ca C.I.G.M. să ia măsuri pentru determinarea densităţii gazelor livrate şi pentru comunicarea acesteia către unităţile de distribuţie pentru a fi folosită în calculul cantităţilor de gaze.

Tot Centralei gazului metan îi revine sarcina de a lua măsuri pentru tratarea corespunzătoare a gazelor pentru a se evita, pe viitor, degradarea dispozitivelor de măsură datorită cărora apar deformări ale parametrilor prelevaţi în vederea introducerii în relaţie de calcul, respectiv de a lua măsuri pentru ca filtrarea gazelor să fie efectivă.

S-a mai preconizat ca C.I.G.M. şi direcţia de resort din C.P.C.P. să ia măsuri pentru ca aplicarea şi respectarea prevederilor STAS 7347—70 „Măsurarea debitului fluidelor cu diafragme şi ajutaje" să devină realitate.

S-a propus ca prin CNIT să se intervină la IPGG pentru ca în programa de învăţămînt să se insiste pentru pregătirea viitorilor ingineri de petrol şi gaze în tehnica măsurării petrolului şi gazelor prin metoda orificiului.

La sugestia autorului s-a decis să se înainteze forurilor de resort propunerea ca livrarea gazelor să se facă pe bază de unităţi energetice şi nu pe bază de volume care pot fi fictive atunci cînd gazele conţin şi alţi compuşi (aer, $CO_2$, $N_2$ etc.).

Prin aplicarea măsurilor menţionate se vor crea condiţii ca măsurarea debitelor de gaze să devină o activitate tehnică, riguroasă.

Apreciind utilitatea consfătuirii, participanţii au propus ca, sub egida CNIT, să se organizeze anual, sau de două ori pe an, astfel de consfătuiri tehnico-ştiinţifice în care să se dezbată cele mai importante probleme ale industriei gazelor din ţara noastră.

Ziua a doua a fost dedicată unei vizite de studiu.

Pentru viitoarea conferinţă a industriei româneşti de gaze, care se va ţine în trimestrul I al anului viitor, toţi colegii care activează în transportul, distribuţia şi utilizarea gazelor, sau în activităţi colaterale, în institute de învăţămînt superior, în cercetare sau proiectare, sînt invitaţi, şi pe această cale, să pregătească referatele pe care intenţionează să le prezinte — conform tematicii difuzate — şi să le trimită la CNIT — Comisia de gaze, Calea Victoriei 118 — Bucureşti.

# DOCUMENTARE

Ahatov, Ş. N. ş.a. **Adaosurile optime de depresanţi în condiţiile pompării izotermice a ţiţeiurilor vîscoase şi congelabile.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 6, iun. 1973, p. 47—49.

Îmbunătăţirea proprietăţilor reologice a ţiţeiurilor vîscoase şi congelabile este posibilă prin diluarea lor cu ţiţeiuri fluide puţin vîscoase, cu produse petroliere sau gaze lichefiate, ori cu adaosuri de aditivi sau gaze. Aceste măsuri permit reducerea viscozităţii efective a ţiţeiului, ceea ce la pompare dă un anumit efect economic. Dar, obţinerea acestui efect este legată de cheltuieli pentru achiziţionarea, transportul, administrarea, pomparea şi, uneori, separarea depresantului, care înlesneşte reducerea eficientă a viscozităţii. De aceea depresanţii trebuie utilizaţi astfel ca să se obţină efectul tehnic şi tehnico-economic maximum posibil.

Se examinează problemele determinării concentraţiei optime a depresanţilor. S-au obţinut formulele pentru calculul concentraţiei optime a depresanţilor, care permit minimalizarea pierderilor prin frecare (mărirea la maximum a cantităţii de ţiţei pompat), a puterii, precum şi a cheltuielilor totale de pompare şi de îmbunătăţirea proprietăţilor reologice a ţiţeiului ţinînd seama sau nu de caracteristicile tehnice ale agregatelor de pompare.

Rezultatele obţinute sînt valabile pentru conductele în funcţiune.

Abdullaev, R. M. ş.a. **Cercetare experimentală privind deformaţia de alunecare a rocilor aflate în condiţiile unor presiuni ridicate.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **53**, nr. 6, iun. 1973, p. 15—17.

În condiţii naturale rocile se află în stare de tensiune compusă de compresiune triaxială şi, de aceea, cercetările lor sînt apropiate de aceste condiţii. Se cunosc o serie de studii ale deformaţiei de alunecare a rocilor aflate în stare de tensiune tridimensională.

În lucrare se expune cercetarea experimentală a deformaţiei de alunecare a argilelor şi marnelor depozitelor mezozoice aflate în condiţiile unor presiuni ridicate şi diferite tensiuni verticale. Se constată că la argile şi marne deformaţia de alunecare intensă în primul stadiu nestabilizat se petrece sub oricare ar fi valoarea presiunii hidrostatice. Se arată că în cursul cercetărilor deformaţiei de alunecare a marnelor s-au constatat toate cele trei studii atunci cînd sînt supuse la 80% din tensiunile de dislocare şi, totodată, că prin ridicarea presiunii hidrostatice deformaţia de alunecare a argilelor şi marnelor creşte.

Prelucrarea matematică a curbelor de alunecare s-a efectuat cu aplicarea legii alunecării ereditare, drept nucleu de alunecare fiind adaptată funcţia exponenţială.

Şaripov, A. U. ş.a. **Consolidarea găurii sondelor de pe zăcămintele cu gradienţi reduşi de presiune de strat.** În : Burenie, nr. 5, mai 1973, p. 17—22.

Experienţa cimentării coloanelor de burlane în condiţii geologice complexe, caracteristice zăcămintelor cu presiuni de strat reduse impune, pentru perfecţionarea şi îmbunătăţirea calităţii operaţiilor de cimentare, a ţine seama la alcătuirea programelor nu numai de factorii tehnico-tehnologici, dar şi de cei geologici de schelă legaţi de particularităţile profilelor cîmpurilor respective.

Se examinează problemele legate de obţinerea caracteristicilor geologo-tehnice ale profilelor sondelor, care să servească

la alegerea cantității și calității pastei de cimentare, precum și pentru efectuarea calculelor tehnico-tehnologice de prognoză a cimentării coloanelor de burlane în cazul condițiilor geologice complexe.

Se prezintă datele cercetărilor efectuate asupra pastelor de cimentare ușoare preparate cu adaos de microbaloane din plamilon. În afară de aceasta, se descriu încercările efectuate la scară industrială de cimentare a coloanelor de suprafață și de exploatare în condițiile pierderii fluidului de foraj și a pastei de ciment. Se subliniază, că cele mai bune perspective le prezintă utilizarea plamiloncimentului în cazul ridicării pastei de ciment la 1200—1500 m înălțime de la sabotul coloanei și prezenței în profilul găurii sondei a stratelor cu influx neizolate sau intercalațiilor cu rezistență mică, predispuse fisurării hidraulice.

K r u g l i ț k i, ș.a. **Cimentarea cu paste de obturare activate a sondelor reci.** În : Burenie, nr. 5, mai 1973, p. 22—26.

Cimentarea sondelor de țiței și gaze din zona rece, cu temperaturi reduse și chiar negative, în prezența apelor de strat agresive, precum și a alternanțelor frecvente de intercalații argiloase cu roci tari, constituie o operație tehnologică deosebit de complexă.

Analizarea și prelucrarea materialului faptic (cimentograme, carotaje acustice ș. a.) al sondelor cimentate au permis să se constate că, izolarea nesatisfăcătoare a orizonturilor productive în găurile de sonde se datorează contactului slab dintre inelul de ciment, coloană și pereții sondei. La întărirea cimentului în condițiile unor temperaturi scăzute, datorită duratei mari de priză se produce sedimentarea fazei solide din pasta de obturare și stratificarea sistemului.

Cercetările complexe ale procesului de întărire a materialelor liante, cinetica hidratării și formarea structurii, au arătat că prin reglarea dirijată a acestor procese, se pot obține materiale cu proprietăți obturatoare bune fără tratare cu acceleratori.

Se prezintă procedeul obținerii pastelor de cimentare cu proprietăți tehnologice îmbunătățite bazat pe activarea mecanică a suspensiilor la sfîrșitul primului stadiu al formării structurii de coagulare. Se descrie experiența aplicării noii tehnici de cimentare a sondelor reci fără utilizarea acceleratorilor de priză.

* * * **Noua instalație de forare** „hydro — 72". În : Pétrole Informations nr. 1277, 1973, p. 27.

Această instalație de forare, concepută și fabricată de Foraco, prezintă o serie de inovații față de seria 2000 și 2500 „drilling rig", datorită cărora este una din cele mai perfecționate instalații pentru recunoașterea solurilor.

Inovațiile constau într-o turlă dublă de forare compusă din :
— o turlă de foraj cu cap de rotație mobil care permite rotirea, urcînd sau coborînd pe toată lungimea turlei ;
— o turlă de manevrare, pentru coborîrea țevilor și pentru stocarea prăjinilor.

Această instalație poate fi folosită în diferite scopuri :
— pentru forare, folosind troliul de manevrare care permite căderea liberă (avantaj apreciabil dacă se ivesc dificultăți la începutul forajului) ;
— pentru pozarea țevilor etc. ;
— pentru recunoașterea solurilor (datorită comenzilor hidraulice poate fi o instalație de carotat) ;
— ca aparat de căutat apa (explorare și exploatare).

Combinația masei de rotație mobile pe toată înălțimea turlei și sistemului „urcare-coborîre" cu comandă hidraulică fac ca această instalație să se adapteze foarte ușor la diferitele situații impuse de forare.

Înălțimea turlei de forare este de 7,50 m înălțime, cursă liberă 5,70 m (siguranță 0,70 m) permițînd folosirea prăjinilor de 4,50 m lungime. Turla de manipulare este de 15 m înălțime, cu pasarelă de agățare pentru depozitarea elementelor de 9 m lungime. Forța de ridicare și împingere este de 12 000kgf.

* * * **Creșterea numărului, pe plan mondial, al instalațiilor de foraj marin în activitate.** În : Petroleum Engineer S.U.A. **45**, nr. 4, april. 1973, p. 13.

Cercetările întreprinse au arătat că la 1 ian. 1973, 88% din instalațiile de foraj marin, din afara S.U.A. erau active, și anume 185 de unități, cu cinci mai puțin ca în toamna anului 1972. În acel moment, 25 de instalații erau în repaus sau în curs de reparație din cauza anotimpului neprielnic lucrului în unele regiuni. În afară de aceasta, 68 de instalații în curs de execuție au deja contracte de lucru în diferite regiuni unde ele se vor deplasa imediat după terminarea construcției.

Un program de lucru foarte important va dubla aproape numărul unităților active din Marea Nordului, în anul viitor. Din cele 27 de instalații semisubmersibile în construcție 78% au deja contracte de lucru pentru această zonă (21 de instalații semisubmersibile noi înainte de sfîrșitul anului, iar alte șase vor începe lucrul aici în 1974).

Sînt în curs de construcție două nave de foraj, o instalație autoridicătoare și patru platforme de foraj — exploatare în șantierul Ekofisk. Ele sînt destinate lucrului în Marea Nordului și urmează a fi gata în prima jumătate a anului 1973.

În Mediterană, toate unitățile existente lucrează cu excepția navei Pelican care este în curs de modificare în Marsilia.

Pentru lucru în apele Africei de Vest (Ghana, Nigeria, Cabinda) se termină, de asemenea, o serie de instalații, în general autoridicătoare. De asemenea, se construiesc două instalații autoridicătoare pentru lucrul în Golful Persic (Abu Dhabi) și una sovietică pentru Marea Caspică. Sînt în curs de construcție 13 instalații (4 semisubmersibile, 3 nave, 5 autoridicătoare și o navă auxiliară), necesare pentru lucru în apele asiatice ale Oceanului Pacific.

În apele Americii Latine, instalațiile sînt folosite la 82% din capacitatea lor. O navă de foraj și două instalații autoridicătoare sînt în curs de construcție pentru societatea de stat braziliană Petrobras.

Pentru lucru în Golful Hudson (Canada) și platforma continentală a estului Canadian se construiesc o instalație semisubmersibilă și una autoridicătoare. Alte zece unități în construcție (cinci semisubmersibile, două nave și trei autoridicătoare) vor fi folosite în zone care nu sînt încă determinate.

Repartiția actuală a instalațiilor de foraj marin, pe regiuni și tipuri sînt redate în tabela 1.

TABELA 1

| | Africa | Pacificul asiatic | Canada de E | America latină | Mediterană | Orientul Mijlociu | M. Nordului | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Semisubmersibile | 3 | 6 | 4 | 1 | 2 | 0 | 8 | 24 |
| Nave și șlepuri | 11 | 12 | 0 | 18 | 3 | 2 | 1 | 47 |
| Autoridicătoare | 9 | 7 | 0 | 10 | 4 | 20 | 11 | 61 |
| Platforme | 0 | 1 | 0 | 13 | 3 | 1 | 6 | 24 |
| Nave auxiliare | 4 | 6 | 0 | 12 | 0 | 7 | 0 | 29 |
| Total | 27 | 32 | 4 | 54 | 12 | 30 | 26 | 185 |

S c o t t, J. **Forajul sondelor în S.U.A. a înregistrat o scădere în anul** 1972. În : Gas Abstracts, **29**, nr. 4, april. 1973, p.79.

S.U.A. a realizat în anul 1972 un număr de 49 de sonde supraadînci (20 000 ft — circa 6000 m și peste) în comparație cu 57 în anul 1971 și 53 în anul 1970. Costul a crescut de la 1,55 mil. dolari/sondă și 71 dolari/ft (circa 233 dolari/m) în anul 1970 la 1,85 mil. dolari/sondă și 85 dolari/ft (circa 279 dolari/m). Pe totalul celor 49 de sonde forate procentajul sondelor cu producție comercială a fost de 63,3% ; acest procentaj a fost de 50% la cele 26 de sonde de exploatare și de 78,3% la cele 23 de sonde de dezvoltare.

Forajul total la cele 49 de sonde a înregistrat 0,87 mil. ft (circa 261 mii m) față de 1,24 mil. ft (circa 372 mii m) în anul 1971.

Repartizarea pe regiuni a sondelor supraadînci forate în anul 1972 se prezintă astfel : 35 în Texas, 6 în Oklahama, 4 în Mississippi, 1 pe mare și 2 pe uscat în Louisiana, 1 în Utah.

Ormsby, G. S. **Îndepărtarea solidelor din fluidul de foraj. Partea 1. Dotarea convenabilă sporește eficiența echipamentului de eliminarea solidelor.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 4. april. 1973, p. 79.

Îndepărtarea corespunzătoare a solidelor din fluidul de foraj este de cea mai mare importanță pentru eficiența forajului. Un sistem inadecvat de îndepărtare a solidelor poate proveni din practici improprii, dimensionări ale sistemului pentru condiții medii în loc de condiții maxime, instalații necorespunzătoare și întreținere inadecvată. Se arată importanța și funcțiunile utilajelor convenționale dintr-un sistem de curățire, se prezintă o serie de scheme corecte de circulație a fluidului și se discută criteriile de dimensionare a pompelor, traseelor de conducte și a altor echipamente.

* * * **Fisurări de strat folosind gaze lichefiate.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 12, 19 mart. 1973, p. 82–84.

Pentru stimularea sondelor de gaze, în diferite regiuni din S.U.A. (Munții Stîncoși, Oklahoma de vest, Texasul de vest și sud s-a folosit în ultimul an o metodă de fisurare cu gaze lichefiate: $CO_2$, gaze petroliere lichide, alcool metilic. Acești componenți sînt amestecați în proporții convenabile astfel ca amestecul rezultat să rămînă în stare lichidă la o presiune și la o temperatură sub valorile pseudocritice.

În zăcămînt, fluidele încălzindu-se la o temperatură superioară celei pseudocritice, amestecul se gazeifică, asigurînd o curățire rapidă și eliminînd în acest fel pericolul degradării formațiunii sub influența apei. Deci compoziția amestecului va varia în funcție de temperatura stratului. Întrucît acest amestec nu este ca atare un amestec de fisurare cu proprietăți adecvate, se adaugă agenți de gelificare pentru a-i asigura viscozitatea necesară transportului agenților de susținere, reducerii pierderii de lichid în strat și un coeficient de frecare redus.

Costul unei operații, în funcție de prețul bioxidului de carbon și a gazelor petroliere lichide, variază între 10–25 000$. În general producția sporită de gaze a sondei amortizează acest cost în circa 100 zile.

Printre dificultățile întîlnite s-au semnalat: sensitivitatea la apă a agentului de gelificare, reîntoarcerea unor componenți sub formă lichidă și dificultăți de manipulare. La început s-a folosit un agent de gelificare sensibil la apă, care în contact cu apa de zăcămînt producea un precipitat care putea reduce productivitatea sondei (la temperaturi mai mari de 65°C). În plus era necesar să se folosească ca solvent al acestui agent, un alcool metilic cu conținut foarte redus de apă. De asemenea, el avea tendința de a se aglomera în timpul stocajului, ceea ce producea dificultăți la preparare. S-a găsit însă un alt agent de gelificare, un polimer, ușor dispersabil, care permite rapid obținerea viscozității dorite.

Cu timpul s-au adus unele modificări metodei inițiale folosind fie un lichid de fisurare format din alcool și gaze petroliere lichide, fie din motorină și gaze petroliere lichide. Aceste tipuri de lichide sînt mai ales folositoare în cazul fisurării straturilor cu conținut ridicat de apă. Acest din urmă fluid dă rezultate bune cînd stratul are un conținut ridicat de hidrocarburi lichide (condensat). Costul operațiilor se reduce prin eliminarea folosirii $CO_2$-ului.

În cazul zăcămintelor conținînd gaze uscate se folosește numai $CO_2$ și gaze petroliere lichide.

Gogarty, V. B. și Davis, J. S. **Sistemul de stimulare perfecționat „maraflood" mărește beneficiile potențiale.** În: World Oil, **176**, nr. 4, mart. 1973, p. 53–61.

Procesul de stimulare Maraflood, cu ajutorul injecției de soluții micelare urmate de dopuri de apă cu viscozitate mărită pentru controlul mobilității, a fost inițiat în anul 1962. O serie de studii de laborator pe carote și experimente de șantier, au dus la o economicitate mărită a procesului. Procedeul se poate folosi atît pentru recuperarea secundară, cît și terțiară a țițeiului remanent în strat.

Soluțiile micelare folosite au fost de trei tipuri: cu procent ridicat de apă și țiței ca faza nedispersată, cu procent redus de apă și țiței ca fază nedispersată și cu procent ridicat de apă, aceasta fiind faza nedispersată. Soluția este constituită dintr-o substanță tensioactivă, o hidrocarbură, apă și mici cantități dintr-un produs cosurfactant și electrolit. Procentajul de substanță tensioactivă este în general mai mare de 4–5 ori în greutate și constă dintr-un *sulfonat de petrol*. Hidrocarbura, de obicei țiței sau benzină se folosește în proporție de 4–80% în funcție de tipul soluției micelare. Cantitatea de cosurfactant variază de la 0,01 la 20%, de obicei folosindu-se substanțe ca alcool isopropilic sau hexanol.

Electrolitul variază și el în proporție de 0,001 la 5% (în greutate). O rețetă folosită cu rezultate bune în șantierul Henry este: sulfonat de petrol 6,8%, apă 68,7%, țiței din șantier 23,9%, cosurfactant 0,6% (toate procentajele se referă la volume).

Pentru dopul de lichid servind la controlul mobilității se folosesc polimeri solubili în apă, de greutate molară ridicată. Bune rezultate a dat folosirea unui polimer din poliacrilamidă hidrolizată (produsul Dow Chemical denumit Pusher 700) în concentrație de 700 p.p.m., în apă.

Viscozitatea lichidului din acest dop se reglează în funcție de viscozitatea țițeiului și a soluției micelare folosite.

Prețul soluției micelare depinde de costul substanței tensioactive, ajungîndu-se la 22 $/m³. Cu aceste prețuri la o recuperare de 65% din țițeiul remanent într-un zăcămînt cu saturație inițială de țiței de 40% se poate obține 500 m³ țiței/ha.m cu un beneficiu final de 6,3$/m³ de țiței extras.

Recuperarea finală depinde de cantitatea de soluție micelară injectată (exprimată în volume de pori de zăcămînt). Cu o saturație inițială de țiței de 35%, recuperarea este de 40% la o injecție de 1,2 volum de pori de soluție micelară și de 60% cînd cantitatea injectată se ridică la 2 volume de pori.

Rezultate bune s-au obținut atît la operații de recuperare secundară, cît și la recuperări terțiare.

Se dau indicații asupra tipului de gabarit de injecție necesar pentru un astfel de proces.

Zabelin, V. E. ș.a. **Determinarea cu metoda „trasorilor" a debitului de gaze transportate prin conducte magistrale.** În: Gazovaia promîșlennost, **18**, nr. 6, iun. 1973, p. 20–22.

În procesul de transport prin conductele magistrale a gazelor naturale sînt necesare măsurări sistematice a vitezei (debitului) fluxului de gaze scurs prin diferitele subansambluri ale sistemelor de transport al gazelor, pentru a cunoaște și controla rezistența hidraulică efectivă a părții liniare de conductă, precum și pentru a determina direcția și repartizarea fluxurilor în cazul unei rețele foarte ramificate.

Se descrie metoda măsurării vitezei și debitului de gaze din conductele în funcțiune folosind pentru aceasta aparate cu reacție selectivă la prezența haloizilor în fluxul de gaze. Probele după metoda „trasorilor" permit recomandarea aplicării acestei metode în cazul efectuării cercetărilor pentru determinarea regimurilor hidraulice a conductelor de gaze în funcțiune.

Sarkisean, L. M. ș.a. **Aplicarea procesului de pulverizare a inhibitorului formării de hidrați în instalațiile de separație de joasă temperatură.** În: Gazovaia promîșlennost, **18**, nr. 6, iun. 1973, p. 16–18.

Asimilarea la scară industrială a metodei de pulverizare a inhibitorului formării de hidrați în spațiul intertubular al schimbătoarelor de căldură tubulare din instalațiile de separație la joasă temperatură a permis o simplificare a schemei tehnologice și reducere a consumului de energie și de reactivi pentru prelucrarea gazelor.

În lucrare se prezintă principiile de bază pentru alegerea și calculul parametrilor schemei tehnologice de pulverizare a inhibitorului formării de hidrați. Se arată, că pentru pulverizarea inhibitorului este rațională și indicată utilizarea injectoarelor centrifuge.

Se arată succesiunea calculului procesului de pulverizare a inhibitorului formării de hidrați și parametrilor geometrici ai injectorului centrifug.

Metoda pulverizării inhibitorului formării de hidraţi se poate aplica în toate instalaţiile de prelucrare în schelă a gazelor echipate cu schimbătoare tubulare de căldură, precum şi în uzinele de dezbenzinare a gazelor prevăzute tehnologic cu răcire a gazelor în schimbătoare tubulare de căldură.

Kipps, H. J. şi Dominguian, M. **Sistem de protecţie catodică.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 4, april, 1973, p. 87.

Se descrie o tehnică îmbunătăţită de protecţie catodică pentru conducte, coloane de burlane la sonde etc. folosind o tensiune de impuls de curent continuu. Mărimea impulsurilor de tensiune este suficientă pentru a converti ionii de acid,dar insuficientă pentru a permite reacţiile chimice nedorite. Frecvenţa impulsului se alege egală cu frecvenţa rezonantă a circuitului în serie format de structura protejată (catod), mediul în care se găseşte structura şi un anod plasat în acest mediu. Circuitul serie cuprinde o capacitanţă inerentă. Acţionînd asupra frecvenţei rezonante se obţine o protecţie catodică maximă pentru o putere de intrare dată. Inductanţa dintre anod şi catod creează un curent continuu care circulă imediat după fiecare impuls de tensiune.

Schelberger, H. **Aprovizionarea şi cererea de gaze naturale în R.F . Germania.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 5, mai 1973, p. 105

Ritmul rapid de creştere a consumului din ultimii ani, decalările în construcţiile de uzine nucleare, creşterea importurilor de ţiţei şi alţi factori au schimbat radical aspectul abundenţei de energie în general şi a gazelor naturale în special în R.F. Germania. În balanţa energetică gazele naturale au intervenit mereu cu o cotă tot mai mare. Se aşteaptă ca în 1975 importul de gaze naturale să acopere 60% din necesarul total de aprovizionat, faţă de 30% cît a fost în 1971. Acoperirea necesarului de gaze naturale se va face prin creşterile producţiei interne, a importurilor şi a altor surse noi (gaze naturale lichefiate şi înlocuitori de gaze naturale). Principalele surse de import rămîn şi în viitor Olanda, U.R.S.S. şi Marea Nordului.

Peebles, M. W. H. şi Gellard, M. D. J. **Gazele naturale în imaginea viitoare a energiei.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 5, mai 1973, p. 105.

Pînă în anul 1985 se estimează că ritmul de creştere a necesarului de energie va fi de 4% din S.U.A., 4,5—5,0% în Europa de vest şi de 9% în Japonia. Cu tot ritmul intens de dezvoltare a energiei nucleare gazele şi ţiţeiul vor continua să acopere circa 70% în balanţa mondială a consumului de energie.

Rezervele mondiale de ţiţei erau estimate la sfîrşitul anului 1970 la 116 mrd. t în echivalent de cărbune, iar cele provenind din şisturile petroliere şi nisipurile petroliere reveneau la 40 mrd.t respectiv 292 mrd.t în echivalent de cărbune. La gazele naturale rezervele mondiale sînt estimate astăzi la 65 mrd. t în echivalent de cărbune, din care U.R.S.S. şi Europa de est deţin 32%, America de Nord şi Orientul Mijlociu fiecare cîte 20%, Europa de vest 10% şi restul ţărilor 18% .

Scott, J. **În anul 1972 S.U.A. a realizat 506 de sonde de mare adîncime.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 4, april, 1973, p. 78—79.

În anul 1972 S.U.A. a realizat la forajul de mare adîncime un număr de 506 sonde cu adîncimi de 15 000 ft (circa 4500 m) sau mai mult faţă de 417 sonde în anul 1971, adică un spor de 21,3%, metrajul crescînd de la 7,2 mil. ft (circa 2,1 mil.m) la 8,5 mil. ft (circa 2,5 mil.m). Costul total al celor 506 sonde terminate a fost de 465,3 mil. dolari, ceea ce revine la 919,5 mii dolari/sondă sau 34,21 dolari/ft (circa 112 dolari/m) în comparaţie cu 396,1 mil. dolari costurile totale în 1971 la cele 417 sonde, respectiv 949,9 mii dolari/sondă şi 54,81 dolari/ft (circa 180 dolari/m).

Costul sapelor şi al fluidului de foraj a înregistrat scăderi importante ca urmare a unei hidraulici îmbunătăţite şi a optimizării programelor de sape.

Din totalul sondelor forate procentul celor cu producţ comercială a fost de 57,3%. La cele 250 sonde de explorar (cuprinse în numărul de 506 sonde forate) procentul de sond cu reuşită a fost numai de 36,5% faţă de 22,1% în anul 197

Numărul sondelor de mare adîncime realizate în 1972 p regiuni se prezintă astfel : Oklahoma 27, Texas 98, Louisian 72 pe mare—133 pe uscat, Florida 81, Alabama 27, Utah 1 Mississippi 42, California 7, Alaska 4.

Wen, C. Y şi al. **Comparaţia diferitelor alternative de pro cese de gazeificarea cărbunelui pentru producţia de gaz de conductă.** În : Gas Abstracts. **29**, nr. 5, mai 1973, p. 100

Din iniţiativa Oficiului de Cercetarea Cărbunelui S.U.A Universitatea din West Virginia a elaborat un studiu d optimizare a diferitelor alternative de procese pentru gazei ficarea cărbunelui şi obţinerea de înlocuitori de gaze naturale Studiul cuprinde comparaţiile între procesele Lurgi modificat Synthane, HYGAS—oxigen, BI—GAS, HYGAS—electro termic şi Acceptor-$CO_2$, deşi între acestea există mari deo sebiri. Se descrie teoria generală a optimizării şi a procedeelor ipotezele de simplificare, procesele subsistemelor, costuril de investiţii şi costurile de fabricaţie.

* * * **Prima conductă magistrală de gaze de 48 in din Olanda executată prin sudură automată.** În : Gas Abstracts **29**, nr. 4, april. 1973, p. 86—87.

Recent s-a terminat montarea în reţeaua de gaze naturale din Olanda a unei conducte magistrale de 48 in diametru la care, pentru prima dată, s-a aplicat sudarea automată a îmbinărilor la peste 50% din lungimea traseului. Noua conductă destinată pentru N.V. Nederlande Gasunie, este instalată într-o regiune traversată de două rîuri mari, diverse canale, drumuri magistrale şi locale. Traseul în lungime de 86 km este format din 42 km de conductă de 48 in şi 27 km de 42 in diametru. Proiectul a cuprins 200 de traversări de linii de comunicaţii şi canale.

Dutkiewicz, B. **Metanolul este competitiv cu gazele naturale lichefiate pentru transportul la distanţe mari.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 5, mai 1973, p. 104.

Ideea folosirii metanolului ca combustibil a fost dezvoltată ca o variantă a gazelor naturale atunci cînd transportul la destinaţie trebuie să se facă pe distanţe foarte mari, precum şi pentru scopuri care implică un combustibil pur. S-au realizat instalaţii pentru 5000 t/zi, atît pentru sinteză la temperatură ridicată, cît şi pentru sinteză la temperatură joasă. Costul unei instalaţii de fabricarea metanolului cu o capacitate de 20 000 t/zi, compusă din 4 unităţi identice, se ridică la 314 mil. dolari.

În ţara de destinaţie metanolul poate fi gazeificat la un cost de 25 cenţi/mil. Btu obţinînd un înlocuitor de gaze naturale. Dacă S.U.A. ar importa gaze din Golful Persic, atunci importul de metanol ar reveni mai economic decît importul de gaze naturale lichefiate. Folosit direct ca combustibil, metanolul din sursele Golfului Persic nu ar putea concura cu preţurile păcurii cu conţinut scăzut de sulf. Totuşi înlocuitorii de gaze naturale produşi din acest metanol ar costa mai puţin decît înlocuitorii de gaze naturale obţinuţi din ţiţei sau fracţiuni de benzină.

Kennedy, J.L. **Tipuri noi de instalaţii sînt pregătite pentru forajul marin.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 5, mai 1973, p. 100.

Începînd din tr. II/1973 şi pînă la sfîrşitul anului 1974 se vor livra cel puţin 69 de instalaţii noi pentru forajul marin. Din acestea 46 sînt de tipul cu platforme submersibile, 14 cu platforme autoridicătoare şi 9 baze de foraj. Valoarea totală a acestor instalaţii se ridică la 1,25 mrd. dolari.

Din instalaţiile submersibile circa 50% sînt în construcţie specială pentru medii de lucru grele, destinate activităţii în Marea Nordului. Costul unei asemenea instalaţii este de circa 21 mil. dolari.

Instalaţiile pe platforme autoridicătoare sînt dotate cu 6—8 tălpi de stabilitate, putînd lucra în adîncimi de apă pînă la 00 m. În viitor se vor construi şi platforme autoridicătoare entru adîncimi de apă de 120 m. Multe din instalaţiile de cest tip sînt autopropulsate.

Noile vase de foraj sînt de tipuri perfecţionate, unele dotate u poziţionare dinamică.

Pentru platformele fixe de foraj şi de producţie deosebit nteres prezintă pentru Marea Nordului tipul cu structură lin beton armat în loc de structură din oţel.

L u n t e y, E. H. **Explorarea pe mare în apele Oceanului Atlantic o viitoare sursă de gaze naturale în S.U.A.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 4, april. 1973, p. 79—80.

Explorarea şi forajul pe platforma continentală a Oceanului Atlantic ar putea asigura pentru S.U.A. noi surse bogate de gaze şi ţiţei. Pe o suprafaţă de 104 mil. acri, în comparaţie cu numai 90 mil. acri cît reprezintă platforma continentală în faţa coastei Golfului, se estimează o rezervă de 167 trilioane cft (circa 4730 mrd. m³) gaze şi de 12 mrd. barili (circa 1900 mil. m³) ţiţei. Se fac însă obiecţiuni mari la dezvoltarea forajului pe această platformă continentală, întrucît zona de coastă ar rămîne expusă pericolului erupţiilor şi poluărilor grave ale aerului şi apelor, care vor duce la îmbolnăvirea şi distrugerea faunei marine şi la dificultăţi pentru pescuit. În „Programul Acţiunii Atlantic" elaborat şi publicat de American Gas Association se combat aceste obiecţiuni ca neîntemeiate, dîndu-se între altele ca exemplu experienţa din zona Golfului şi demonstrîndu-se avantajele economice ce pot rezulta din această activitate industrială de mare interes pentru viitorii 50 de ani.

* * * **Creşterea rapidă a capacităţii de export a ţiţeiului de la instalaţiile montate pe insula Kharg din Golful Persic.** În: Petroleum & Petrochemical International, **13**, nr. 3, febr. 1973, p. 26—28, 48.

Recent instalaţiile insulei Kharg (Golful Persic) de încărcarea ţiţeiului pentru export au fost extinse, dînd posibilitatea astăzi să se expedieze zilnic 4,6 mil. barili (circa 0,750 mil. m³). Pentru aceasta s-a construit o insulă cu două dane de acces, adîncimea apei fiind de circa 30 m. La una din dane acostează petroliere de 300 000 dwt şi la cealaltă petroliere de 500 000 dwt capacitate. Se descriu succint alte detalii constructive ale instalaţiilor danelor şi ale conductelor submarine de legătură cu parcul de rezervoare montat pe insula Kharg la distanţă de circa 1,4 km. S-au construit două conducte de 20 in diametru şi alte două de 56 in diametru. Costul acestor extinderi de instalaţii a fost de 36 mil. dolari.

* * * **Scufundarea la adîncime în Marea Nordului.** În: Petroleum Review, **27**, nr. 317, mai 1973, p. 194—195.

Oceaneering International a pus la punct un sistem nou de scufundare, denumit „Oceaneer 1000", care permite scafandrilor staţionarea pentru operaţii timp de mai multe săptămîni în apele reci şi agitate ale Mării Nordului la adîncimi pînă la 300 m. Oceaneer 1000 a fost instalat pe vasul de foraj Sedco 702, angajat de firma Continental Oil să lucreze în Marea Nordului în vara acestui an. Complexul de scufundare constă dintr-un clopot de scufundare folosit pentru transportul de la suprafaţă la punctul de lucru, două camere de locuit cu diametru de 8 ft (circa 2,40 m) şi o cameră de transfer sub presiune, care permite scafandrilor să treacă din clopotul presurizat în camerele de locuit. Într-o cameră specială de lucru submersibilă, formînd centrul tuturor operaţiilor de scufundare, se găseşte întreaga aparatură de control, echipamentul de televiziune, sistemele de comunicaţie, compresorul de aer. etc. În timpul lucrului se pompează de la suprafaţă apă caldă pentru încălzirea camerei submersibile de lucru, îmbrăcămintei scafandrilor şi amestecului respiraţiei (oxigen/heliu).

* * * **Petrol în largul coastelor Malaeziei.** În: Petroleum Press Service, nr. 7, 1973, p. 269.

Grupul Conoco a descoperit petrol în Marea Chinei, la circa 160 km la est de Kuantan pe coasta regiunii Pahang. Aceasta este prima descoperire de petrol în vestul Malaeziei; descoperiri anterioare au fost efectuate de societăţile Shell şi Esso în largul coastelor de la Kota Kinabalu, în Sabah (nordul insulei Borneo) şi de către Shell în largul coastelor din Sarawah. Zăcămintele din Sarawah dau circa 15 000 t/zi, constituind în prezent unica producţie de petrol din Malaezia.

Sonda Sontong B—1, forată la o adîncime a apei de 80 m, la o adîncime de 3 000 m, a dat în cursul încercărilor circa 1000 t/zi petrol cu conţinut scăzut de sulf, de 35—40° API, din cinci zone de nisip între 2400 şi 2800 m şi circa 300 000 m³ gaz de sondă. Se vor fora încă cel puţin două sonde pentru a se putea evalua rentabilitatea comercială a acestui zăcămînt.

* * * **Mai mult petrol în zăcămîntul Eldfisk.** În: Petroleum Press Service, nr. 7, 1973, p. 264

Încercări efectuate de Phillips Petroleum la sonda 2/7—6X în zăcămîntul Eldfisk din sectorul norvegian al Mării Nordului au arătat că acest zăcămînt este tot atît de important ca Ekofisk, situat la 20 km mai la nord, care are rezerve de 150 mil. t recuperabile în proporţie de 25%. Pentru prima oară s-a descoperit petrol în acest zăcămînt în anul 1970, la circa 3000 m adîncime, într-un strat de calcar danian mastrictian.

Sonda 2/7 — 6X a patra în acest zăcămînt a dat în timpul încercărilor 1500 t/zi petrol de 36° din patru orizonturi distincte. Grosimea totală a stratului impregnat este de încă 1500 m, din care numai 1250 nu au fost explorati. A treia sondă forată 2/7 — 7X a dat circa 2000 t/zi petrol de 37°. Grosimea totală exploatabilă este de 1000 m. Distanţa dintre a treia şi a patra sondă este de circa 6 km. În curînd se va fora o nouă sondă în acest zăcămînt care va fi mai tîrziu legată la reţeaua de producţie a zăcămîntului Ekofisk.

* * * **În R.P. Congo, şantierul marin Emeraude produce 6 850 m³/d ţiţei.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 17, 23 april, 1973, p. 29.

Şantierul marin Emeraude descoperit în 1969, situat la circa 19 km de coasta R.P. Congo, în ape cu adîncime mai mare de 60 m, produce în prezent 6 850 m³/d ţiţei. Societatea franceză Elf Congo, o filială a societăţii franceze de stat Elf—Erqp. deţinînd 65 % din drepturi, este operatoare, ea fiind asociată cu Agip, o filială a societăţii de stat italiene ENI. Pînă la punerea în exploatare a şantierului Emeraude, singura producţie de ţiţei se obţinea în Congo în şantierul terestru Pointe Indienne, descoperit în anul 1957. Acesta a atins o producţie maximă de 2 200 m³/d declinînd în prezent la 50 m³/d.

Dimensiunile şantierului Emeraude sînt de 12×4,8 km. În prezent se produce mai ales din porţiunea sa sudică şi centrală dar a doua fază a exploatării, în curs de desfăşurare, urmează să pună în valoare partea nordică a şantierului, care a început să producă în luna februarie a acestui an.

Exploatarea se face printr-o platformă centrală, unde se aduce şi producţia unei alte platforme situată în partea de nord a structurii, printr-o conductă submarină. De la platforma centrală, ţiţeiul se aduce pe continent printr-o conductă submarină de 16 in legată într-o conductă terestră de 10 in prin care ţiţeiul se transportă la terminalul petrolier de la Riviere Rouge (care primeşte şi ţiţeiul de la Pointe Indienne).

O dată cu punerea în valoare a părţii nordice a structurii Emeraude s-a început construcţia unui alt terminal marin, la Djeno, în punctul de sosire a conductei submarine de 16 in. Investigaţiile necesare acestor lucrări se ridică la 50 mil. $.

Pînă în prezent, nu s-au comunicat cifre indicînd rezervele Şantierului Emeraude, dar natura ţiţeiului şi condiţiile de zăcămînt (presiuni mici, ţiţei cu densitate 0,920, foarte vîscos) fac să se considere că recuperarea finală nu va depăşi 6%. Chiar aplicarea unor metode speciale de recuperare nu vor permite ca această cifră de recuperare să crească prea mult.

W e s t, J. **Explorările marine în apele Greciei.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 20, 14 mai 1973, p. 128—130.

Rezultatele obţinute prin ultimele sonde forate în partea nordică a Mării Egee, în apropierea insulei Thassos sînt

promiţătoare. Lucrările au fost întreprinse de un grup de societăţi avînd ca operator Colorado Greece Oil Corp., care a făcut o primă cercetare geofizică de ansamblu în această zonă, cu 1700 km de profile executate în 1970.

În anii următori pînă în martie 1973 s-au mai făcut circa 2 200 km de profile seismice de detaliu, care au permis lămurirea geologiei regiunii cuprinse între zona continentală a Traciei, Golful Orphanu, insulele Thassos şi Samothraki, care este o extensiune a bazinului paleogen tracic. Acest bazin sedimentar se află în zona internă a cutărilor de vîrstă alpină şi este formată dintr-un complex de şisturi cristaline, marmoră, gneiss-uri, calcare cristaline, ardezii grauWacke cu intruziuni de roci eruptive acide. Vîrsta acestui miez, care formează stratele de bază ale bazinului tracic, se întinde din precambrian pînă la terţiarul timpuriu. La sfîrşitul cretacicului şi terţiarului timpuriu, mişcările orogenice alpine au produs o scufundare a bazinului tracic în care s-au produs depuneri groase eocene şi oligocene.

În neogen s-au produs falieri şi fracturi, provocînd crearea de grabenuri şi horsturi, unele reprezentate de insulele Thassos şi Samothraki. Au rămas trei grabenuri scufundate acoperite de depuneri miocene şi pliocene, care reprezintă tocmai zonele petroliere posibile. Unul este grabenul Kavala între Tracia şi zona de vest şi nord a insulei Thossos, iar un al doilea este la est de Thassos, între această insulă şi Samothraki. Golful Orphanu formează un al treilea graben.

În toate aceste regiuni marine s-au detectat scurgeri de ţiţei submarin (la est de Samothraki, la N—E de Alexandropoli, insula Aghios Evratos etc.) ce s-au produs în lungul faliilor principale.

Prima sondă forată, 1 Thassos Est a găsit ţiţei greu cu densitate 1,0, în 60 m de nisipuri din miocenul inferior la circa 1900 m. Sonda a fost părăsită ca neputînd produce comercial. A doua sondă, 1 Kavala Sud, la 8 km vest de insula Thassos a atins rocile de fundament la 2020 m. Perforaturile dintre 1655 şi 1663 au debitat, pe duză de 16 mm, un debit de gaze de 295 000 $Nm^3/d$ cu 0,2 $m^3/1000$ $Nm^3$ condensat şi acele dintre 1670 şi 1690 m un debit de gaze, pe duză de 10mm, de 280 000 $Nm^3/d$ cu aproape aceeaşi proporţie de condensat. La o adîncime mai mare, între 1710 şi 1720 m, sonda a dat un mic debit de ţiţei, fără sulf, de densitate 0,882.

Rezultatele acestei sonde au fost confirmate de sonda 2 Kavala Sud, la 2,5 km NV de prima. Un întreg program a fost întocmit pentru determinarea economicităţii acestui nou zăcămînt petrolifer, cu ajutorul unei nave de foraj şi probabil în curînd cu o a doua, care urmează să delimiteze exact întinderea structurilor.

* * * **Punerea în valoare a şantierului marin Ekofisk din Marea Nordului**. În : Oil Gas J. **71**, nr. 19, 7 mai 1973, p. 34—38.

Recent, parlamentul norvegian a autorizat construcţia conductelor de ţiţei şi gaze necesare punerii în valoare a marelui complex de şantiere marine Ekofisk din zona norvegiană a Mării Nordului, la 300 km de coastele Norvegiei. Producţia şantierului nu poate fi adusă spre această ţară din cauza existenţei între şantiere şi Norvegia, a unei fose submarine adînci, făcînd imposibilă pozarea conductelor.

Se va construi deci mai întîi o conductă de 34 in × 354 km spre portul englez Teesside pentru transportul ţiţeiului şi a hidrocarburilor lichide, care trebuie să fie gata în toamna anului 1974. În lungul ei se prevăd două staţii intermediare de repompare montate pe platforme.

Adîncimea maximă pe traseul acestei conducte este de 93 m, însă în medie este numai de 60—75 m. Staţia de pompe de cap, instalată pe marele rezervor imers de beton precomprimat de 160 000 $m^3$, va avea o putere de 45 000 CP şi puteri asemănătoare vor avea şi staţiile intermediare.

Capacitatea finală a acestei conducte va fi de 155 000 $m^3/d$. La terminalul de la Teesside, se prevăd capacităţi de stocare pentru 10 zile. De aici o parte a producţiei se va îndrepta spre rafinăria North Teesside (capacitate 17 500 $m^3/d$) iar restul este trimes spre diverse destinaţii prin nave.

Conducta de gaze de 36 in × 430 km va atinge continentul la portul vest-german Emden unde gazele vor fi purificate de $H_2S$ şi $CO_2$ măsurate şi predate unui grup de patru societăţ vest-europene.

Pe platforma marelui rezervor de ţiţei se va monta staţie de compresoare de cap de 200 000 CP. Pe traseu s prevăd alte două staţii de recomprimare montate pe platforme Capacitatea conductei, pozată în ape cu adîncimea maximă de 75 m (în medie 45 m pe 320 km) va fi de 28 mil. $Nm^3/d$. Aceste lucrări fac parte dintr-un plan, costînd 1,3 mrd. $ pentru dezvoltarea grupului de şantiere Ekofisk, West Ekofisk, Tor şi Cod în trei faze.

Ulterior la acelaşi sistem se vor lega alte şantiere învecinate : Edda, Eldfisk şi Albuskjell.

În prezent se realizează faza nr. 2, constituindu-se la Ekofisk trei platforme de exploatare (A, B, C), o platformă terminal, platforme pentru locuinţe şi pompe şi un rezervor gigant de 160 000 $m^3$. Pe platforma C se vor monta patru compresoare centrifugale menite să injecteze gaze în strat, la 650 at, pentru menţinerea presiunii.

Rezervorul de beton pretensionat este aproape gata într-un fiord de pe coasta norvegiană, lîngă Stavanger, de unde va fi remorcat prin plutire şi imersat în ape adînci de 70 m (înălţime totală 90 m).

În faza 1-a s-au forat patru sonde submarine la Ekofisk, din care se obţin în medie 6 800 $m^3/d$ (evacuat în prezent prin nave).

În faza 3-a se vor fora la Ekofisk 38 sonde (9 de pe platforma A, 17 de pe platforma B şi 4 sonde de exploatare şi 8 de injecţie de pe platforma C). Sondele au adîncimea medie de 3300 m (etajul danian din cretacicul superior), Pe o platformă se vor monta instalaţiile necesare de separare, deshidratare a ţiţeiului şi gazelor şi măsurarea lor. La West Ekofisk unde în prezent este o singură sondă, se vor fora 10 sonde (danian), legînd acest şantier de Ekofisk, printr-o conductă de 24 in.

În şantierul Tor (în prezent patru sonde) se vor fora 15 sonde de exploatare de pe o platformă legată de Ekofisk printr-o conductă de ţiţei 12 in × 12 km şi una de gaze de 14 in.

În fine, în şantierul Cod (în prezent 3 sonde) se vor săpa şase sonde de pe o platformă, la 2 850—3 000 m (paleocen). El va fi legat de Ekofisk printr-o conductă mixtă ţiţei-gaze de 80 km × 16 in.

După realizarea acestui program se vor mai lega la conductele de evacuare alte trei şantiere : 1 — Edda (o sondă la 3000 m dînd 1 100 $m^3/d$ ţiţei) cu o producţie potenţială de 1600 $m^3/d$ de fiecare sondă, legată de Ekofisk printr-o conductă de 13 k ; 2—Eldfisk (trei sonde daniene din care una cu o producţie de 2140 $m^3/d$) ; 3— Albuskjell cu o sondă debitînd 430 $m^3/d$, situată la 14 km NV de Ekofisk.

Lucrările de dezvoltare a acestor trei şantiere sînt programate a începe în anul 1976.

* * * **Platformă de foraj autoridicătoare pentru lucru în ape adînci de 170 m**. În : Oil Gas J. **71**, nr. 19, 7 mai 1973, p. 24—25.

La Conferinţa de tehnologie marină din Houston (5—8 mai a.c.) s-a prezentat proiectul unei instalaţii de foraj autoridicătoare menită să lucreze în Golful Mexic, în anotimpul cicloanelor, în ape cu adîncimea de 170 m. Ideea constă în ridicarea platformei în două etape, cu două rînduri de picioare a căror lungime pînă la 105 m să nu prezinte dificultăţi de manevrare cu actualele instalaţii de ridicare. Instalaţia constă dintr-o platformă superioară şi una inferioară, fiecare cu cîte patru picioare independente. Platforma superioară (48 × 48m) care va asigura cea mai mare parte din flotabilitate va fi ridicată pe locaţie deasupra nivelului mării şi va fi asemănătoare unei platforme convenţionale. Platforma inferioară (72 × 72 m) va fi amplasată la circa jumătate din adîncimea mării, în poziţie de lucru. Ea este formată dintr-o ramă în zăbrele, putînd (la transport) să cuprindă platforma superioară. Picioarele superioare de 115 m şi acele inferioare de 100 m, au fiecare sisteme de ridicare independente, fixate de platformele respective. La transport, cele 8 picioare sînt ridicate deasupra celor două platforme, încastrate una în alta, pescajul total fiind de 13,5 m. Această platformă poate lucra în condiţiile din Marea Nordului în ape cu adîncimea maximă

e 140 m. Un model întărit poate lucra în anotimpul ciclonelor din Golful Mexic, pînă la adîncimi de 185 m. Se indică uccesiunea operațiilor de făcut după ce instalația a fost adusă e locație, pentru a coborî succesiv picioarele inferioare prevăzute cu chesoane de lestaj), platforma inferioară și a idica platforma superioară la înălțimea dorită deasupra pelor. Costul primului model de platformă este estimat la 5 mil. $ (construit în S.U.A.).

* * **Comparație între rentabilitățile exploatărilor petroliere lin Marea Nordului și din Arabia Saudită.** În: World Oil, **176,** nr. 5, april. 1973, p. 15.

Pentru dezvoltarea șantierului Forties din Marea Nordului, British Petroleum Co va investi un mrd. $ în vederea obținerii unei producții de țiței de 63 500 $m^3$/d (15750 $ pentru o producție de 1 $m^3$/d). Estimînd în mod rațional cîștigul realizabil la 4,1 $/$m^3$, ceea ce este posibil dat fiind calitatea țițeiului și amplasamentul, investiția făcută se poate amortiza în circa zece ani, ceea ce reprezintă condiții bune, în comparație cu alte tipuri de investiții. Dispunînd de rezerve de minimum 320 mil. $m^3$, începînd din al unsprezecelea an de exploatare, beneficiile vor fi mari.

Comparativ, Arabian — American Oil Co va investi 2,2 mrd. $, în viitorii șase ani, pentru a-și mări producția de țiței în Arabia Saudită la 2,4 mil. $m^3$/d (920 $ pentru o producție de 1 $m^3$/d), ceea ce reprezintă o investiție relativă mult mai mică ca aceea din Marea Nordului. Estimînd cîștigul la numai 1,9 $ /$m^3$ investiția făcută se va recupera în numai 16 luni, cifră extrem de scăzută. Aplicînd această valoare a beneficiului la producția estimată din anul 1980 de 3,2 mil. $m^3$/d, beneficiul realizat se va ridica la 6 mil. $/d.

Aceste avantaje de ordin economic fac ca atenția deținătorilor de capitaluri disponibile să se concentreze asupra Orientului Mijlociu.

A u l d r i d g e, L. **Dezvoltarea exploatărilor în zona marină olandeză a Mării Nordului.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 19, 7 mai 1973, p. 102—108.

Placid International Oil Ltd. (filială a soc. americane Placid Oil) deține două perimetre de exploatare L/10 și L/11 în zona olandeză a Mării Nordului, cu suprafețe de 415 și respectiv de 182 $km^2$. Prin săparea a 12 sonde în blocul L/10 se consideră că rezerva recuperabilă de gaze din acest perimetru se ridică la 140 mrd. $Nm^3$, cifră care va putea fi mărită prin extinderea forajelor. În principal se forează de pe o platformă de foraj—exploatare pentru 12 sonde, amplasată în ape adînci de 27 m, la circa 64 km de coasta olandeză (în punctul Den Helder).

Adîncimea medie a sondelor este de 3900 m. Ele se sapă vertical pînă la 540 m de unde se deviază cu 3°/100 m pînă la o deviație maximă de 18°. Sondele au astfel talpa lor la circa 750—1050 m de platformă. Restul sondelor se vor fora de pe altă platforme, iar cele mai izolate, cu instalații autoridicătoare, fiind echipate cu capete de erupție submarine, legate la platforma cea mai apropiată. Costul unei sonde de 3900 m se ridică în medie la 1,7 mil. $ .adică circa 415 $/m. Planul total de dezvoltare a blocurilor se va ridica la 270 mil. $ cel puțin.

Formațiunea gazeiferă este etajul gresier, rotliegendes de vîrstă permiană. El se împarte în patru orizonturi: 1— Ten Boer, șistos, cu intercalații poroase gazeifere de 1—5 m. Grosimea sa totală este de 45 m; 2 — orizontul Slochteren superior, gresos, gros de 120 m, care este principalul producător de gaze; 3—șisturile argiloase Ameland, groase de 42 m, cu cîteva intercalații grezoase; 4 — orizontul Slochteren inferior, grezos, gros de 85 m, asemănător cu orizontul superior, conținînd importante rezerve de gaze.

Grosimea totală a etajului rotliegendes variază de la 180 la 240 m, și are o porozitate medie de 15% (variind de la 8 la 24%) cu permeabilități ce variază de la 0,1 la 600 mD Presiunea de zăcămînt este de 415 kg/$cm^2$ și temperatura de 120°C.

Forajul sondelor întîmpină dificultăți la traversarea etajului zechstein, salifer, întîlnit între 2600 și 3700 m, în care se găsesc strate de sare pură, groase de 60—150 m, bogate în săruri de Mg și K care se dizolvă în noroaiele sărate, făcîndu-le ineficiente.

Problema străbaterii acestei zone s-a rezolvat folosind la foraj noroaie cu emulsie inversă (58% țiței, 28% solide, 20% apă) cu densități 1,5 — 1,68 kg/$dm^3$. Din cauza regulamentelor olandeze pentru evitarea poluării mării, detritusul separat de site, trebuie spălat cu un detergent special înainte de a fi evacuat în mare. Forajul unei sonde de 3900 m durează circa 75—90 zile folosind 30 sape cu conuri și o sapă cu diamante (traversarea bazei zechesteinului și șisturile Ten Boer).

Programul de tubaj tip este: coloană 30 in la 36 m, coloană 20 in la 300 m, coloană 13 3/8 in la 1330 m, coloană 9 5/8 in la 3600 m, și 450 m liner 7 in. Se introduce un tubing 4 1/2 in prevăzut cu un ventil de siguranță la 3—45 m sub fundul mării și al un doilea la 17 m sub fundul mării.

Programul soc. Placid este de a atinge o producție de gaze de 18 mil. $Nm^3$/d în 1979. Gazele vor fi aduse printr-o conductă submarină 36 in × 176 km (cost 62 mil. $) pînă la coasta olandeză de unde ea se va ramifica, un braț legîndu-se în rețeaua națională olandeză, iar al doilea mergînd spre portul Enden din R.F. Germania.

La sosirea pe continent gazul va fi prelucrat prin refrigerare la —23°C pentru a aduce punctul de rouă la o valoare adecvată și a separa hidrocarburile grele. Gazul brut are o densitate în raport cu aerul de 0,62 și o putere calorică de 9400 Kcal/$m^3$ (la 1 at și 0°C).

G a r d n e r, F. J. **Complexul gigant de zăcăminte marine Ekofisk.** În: Oil Gas J. **71** nr. 17, 23 april. 1973, p. 103.

Prin extinderea obținută de către soc. operatoare Phillips, a șantierului Eldfisk (o nouă sondă erupînd cu un debit de 2.140 $m^3$/d țiței la 6,4 km N de șantier), complexul de șantiere marine Ekofisk, din zona norvegiană a Mării Nordului, capătă o și mai mare importanță. Cu aceeași ocazie va trebui revizuită mărimea rezervelor indicate recent într-o „Carte Albă" a guvernului norvegian pentru Eldfisk care indică: rezerve de țiței 27,1 mil $m^3$, gaze-petroliere lichide 7 mil. $m^3$, gaze 26 mrd. $Nm^3$ (întindere 29 $km^2$, producție admisibilă de 16 000 $m^3$/d). Pentru celelalte șantiere adiacente rezervele sînt următoarele: 1 — structura Edda (13 km S-V de Ekofisk, întindere 13 $km^3$) țiței 8,1 mil. $m^3$, gaze petroliere lichide 1,6 mil.$m^3$ gaze de 5,8 mrd. $Nm^3$, 2— structura Tor de S-E (10 km N-E de Ekofisk, 5 km S-E de Tor) țiței 3,8 mil. $m^3$, condensat 750 000 $m^3$, gaze 1,78 mrd $Nm^3$; 3 — structura Ekofisk Vest, țiței 82 mil. $m^3$ gaze 70 mrd. $Nm^3$; 4 — structura Tor, țiței 20 mil. $m^3$, gaze 8 ,4 mrd.$Nm^3$; 5 — structura principală Ekofisk, țiței 240 mil. $m^3$, gaze 10 mrd. $Nm^3$.

Dacă se ține seama și de rezervele unor șantiere marine mai îndepărtate, dar situate tot în apele norvegiene ca Cod și Frigg, rezervele totale ale Norvegiei se ridică la 400 mil.$m^3$ hidrocarburi lichide și 510 mrd. $Nm^3$ gaze. Se consideră de către specialiști că cifrele comunicate oficial de guvernul norvegian sînt conservative și că explorările ce se vor întreprinde în continuare, în anii viitori, vor mări mult cifra acestor rezerve.

În prezent, datorită anotimpului, această activitate de explorare este aproape nulă, lucrînd o singură instalație de foraj „Ocean Viking" în extinderea structurii Eldfisk. La această dificultate sezonieră se adaugă incertitudinea datorită discuțiilor din parlamentul norvegian în vederea modificării politicii sale petroliere și a legislației aferente.

Pînă în prezent, lucrările de cercetare nu au depășit paralela 62°N. Perspectivele de a găsi aici mari zăcăminte petroliere, mai la nord, sînt însă foarte bune. Guvernul norvegian nu va acorda însă permise de explorare în această regiune decît în anul 1975.

** * **Exploatările marine pe coasta de vest a Angliei.** În: Petroleum Enginneer **45**, nr. 4, april, 1973, p. 96—98.

Cercetările seismice în apele vestice ale Angliei fiind terminate, s-a programat deja o serie de sonde de explorare care pentru a începe lucrul nu așteaptă decît autorizații legale. Pentru următorii 5—6 ani s-au programat 34 de sonde în zona vestică a insulelor Shetland, 26 de sonde în zona engleză

a Mării Celtice (zona Atlanticului la S.V. de Anglia și S de Irlanda) și cîteva sonde în zona irlandeză a aceleiași mări, precum și alte cîteva sonde în Marea Irlandei (dintre Anglia și Irlanda).

La cea de a doua Conferință privind zona petroliferă a Mării Nordului s-a arătat marele potențial de hidrocarburi ale platformei continentale vest-engleze și irlandeze, din zona insulelor Shetland pînă în Marea Celtică și Canalul Mînecii.

Întîrzierea începerii lucrului în aceste regiuni se datorește faptului că 92% din rezervele mondiale de țiței și 75% din acele de gaze se găsesc în formațiuni tinere, de vîrstă terțiară și mezozoică, pe cînd partea vestică a platformei continentale engleze este de vîrstă paleozoică și precambriană. Procedeele geofizice perfecționate folosite au arătat că există contraste importante între zonele marine și continentale ale formațiunilor de aceste vîrste.

În zona vestică a insulelor Shetland, faliile găsite au produs deplasări pe verticală pînă la 6000 m iar grosimea sedimentelor atinge 10 000 m, înainte de a se întîlni rocile de bază găsite în Scoția.

De asemenea însulele Hebride de vest (Lewis, Uist, Harris) au strate de bază fără relații cu depunerile marine sedimentare găsite prin profile seismice la vest de ele.

La vest și sud-vest de Irlanda se găsește o groasă secvență sedimentară în dreptul bancului (funduri puțin adînci) Porcupine. Situații identice se găsesc și în Marea Celtică, unde în plus s-au găsit structuri de sare asemănătoare cu acelea din zonele gazeifere ale sudului Mării Nordului.

Se consideră că potențialul gazeifer al Mării Celtice este important, mai ales din cretacic inferior jurasic și triasic.

O sondă de explorare a indicat un debit de gaze de 800 000 $Nm^3/d$ pe duză de 12 mm, cu o presiune la tubing de 50 at.

În Marea Irlandei, cît și în Canalul Mînecii nu s-au delimitat încă zonele engleze de acele irlandeze și franceze, ceea ce a întîrziat începerea forajelor, cu toate că lucrările seismice s-au desfășurat intens.

Adîncimea mării în aceste zone va obliga la folosirea de instalații de foraj semi- submersibile special adaptate acestor condiții.

* * * **Țiței exploatabil cu rentabilitate, găsit la o înălțime de 3000 m deasupra nivelului Mării.** În: World Oil, **176** nr. 3, 15 febr. 1973 p. 134—136 și Petroleum Engineer, 45, nr. 3 mart. 1973 p. 107.

O nouă zonă petroliferă, exploatabilă economic, a fost descoperită și confirmată la o înălțime de 3000 m, în Munții Zagros din sud-vestul Iranului. Descoperirea a fost făcută de către SIRIP, o societate italo-iraniană — în condiții extrem de grele. S-au identificat trei structuri exploatabile: Shurom Rig și Dudrou. Primele două structuri, explorate în 1968, au fost considerate inițial ca neexploatabile din cauza unor dificultăți tehnice, considerate atunci de neînvins, datorită altitudinii și izolării zăcămintelor. O dată cu descoperirea celei de a treia structuri s-a găsit și posibilitățile de exploatare. Cele trei structuri se află pe o concesiune de explorare, acordată lui Sirip, cu o întindere de 260 000 $km^2$.

Munții Zagros, la SV-ul podișului Iranian, separă acesta de Golful Persic. Structurile petrolifere se află la jumătatea distanței de 300 km, separînd Ispahan de Ahwaz, pe Golful Persic. Condițiile meteorologice sînt foarte grele, temperaturile scăzînd pînă la —30°C, zăpezile formînd nămeți de 15 m. Regiunea este caracterizată printr-o lipsă aproape totală de drumuri de acces.

Prima sondă s-a forat de pe o locație cu altitudine de 2700 m fiind servită de o tabără de bază amplasată la 2300 m. În timpul verii temperaturile noaptea scădeau la —20°C, provocînd înghețarea instalațiilor și conductelor tehnologice. Această primă sondă nu a avut nici un rezultat.

Sondele următoare s-au forat la altitudini și mai mari. Locațiile nu au putut fi legate de bază prin drumuri carosabile, transporturile făcîndu-se prin funiculare putîndu-se transporta greutăți de maxim 2 t. Materialele mai ușoare și personalul erau transportate cu helicopterul.

Primele echipe au ajuns la locații, prin poteci situate la altitudini de 3400 m.

Pînă în prezent nu s-a comunicat nici o dată referitoare la producția sondelor și rezervelor de hidrocarburi ale structurilor.

* * * **În Marea Nordului se va monta prima instalație de producție submarină** In: World Oil, **176**, nr. 5, april. 1973 p. 139.

În vara acestui an se va încerca o instalație de producție pentru o sondă submarină montată într-o incintă de mare volum, lucrînd la tensiunea atmosferică (dar probată la o presiune de 700 at). Experiența este făcută de Phillips Petroleum Co. în șantierul marin Eldfisk din zona norvegiană a Mării Nordului, și situat la 320 km de coastă.

Structura Eldfisk face parte din marele complex de șantiere marine Ekofisk a cărui producție se va ridica la 130 000 $m^3/d$ țiței, în momentul terminării conductei de evacuare spre țărm (care va avea o capacitate de 160 000 $m^3/d$). Instalația care se va încerca se numește Seal Shallovw Water System (SSS) și este destinată a lucra în ape cu adîncimi moderate: 30—135 m, în care condițiile severe climaterice fac ca lucrul cu scufundătorii, asistați de instalații de suprafață, să nu fie practicabil din motive economice.

Instalația se compune din două elemente principale: o placă de bază montată permanent pe coloane de ghidaj și unitatea deplasabilă Seabell care conține o cameră de lucru, o cameră de control și balasturile.

Dimensiunile sale sînt: diametrul sferei superioare 3 m, înălțime totală (inclusiv partea cilindrică inferioară) 4,5 m. Greutatea sa în aer, cuprinzînd tot echipamentul este de 30 t.

Cu acest sistem, costul unei zile de lucru la sondă (inclusiv) nave auxiliare) se va ridica numai la 10 000 $/d față de costul obișnuit în Marea Nordului de 38—40 000$/d.

Nixon Quintrelle. **Rezervele scad pe uscat dar cresc pe mare** .În : Offshore, **33**, april. 1973.

Rezervele zăcămintelor aflate pe uscat au scăzut în intervalul 1 ianuarie 1972 — martie 1973 iar, rezervele mondiale totale recuperabile de țiței în această perioadă au crescut de la 87,45 miliarde t la 90,5 miliarde t.

Rezervele terestre (pe uscat) au scăzut cu 4,54 miliarde t, în aceeași perioadă de 15 luni rezervele marine au crescut cu 7,67 miliarde t.

Rezervele de gaze au scăzut și ele de asemenea. În anul 1971, U.S.G.S. (United State Geological Service) a dat cifra de 50 445 miliarde $m^3$ pentru rezervele totale mondiale.

În martie 1973 această cifră de rezerve a atins 52 710 miliarde $m^3$ — un cîștig de 2 265 miliarde $m^3$.

Creșterea a fost datorită numai descoperirilor marine.

Rezervele de gaz terestre s-au micșorat cu 7710 miliarde $m^3$ în decursul celor 15 luni. Sursele marine de gaz natural au furnizat o creștere de 10 093 miliarde $m^3$.

Un fapt care reiese din studiul numărului de sonde săpate este acela că pe mare s-au săpat 688 de sonde de explorare pentru a se obține creșterea de rezerve arătată mai sus, în timp ce 9 095 de sonde de explorare săpate pe uscat nu a putut opri scăderea rezervelor terestre.

Anual se produc, pe uscat 3% din rezervele recuperabile de țiței și 2% din cele de gaze iar pe mare respectiv 1% și 1,8%.

* * * **Nou zăcămînt de gaze naturale în Indonezia** In: Pétrole information nr. 1277, 1973, p. 12.

În Indonezia s-a descoperit un nou zăcămînt de gaze naturale și condensate la Mahakam, în largul coastelor de est ale Kalimantanului (Borneo).

Sonda Tanjung Bayor a produs 516 000 $m^3$/zi gaze naturale asociate cu 175 $m^3$/zi condensate cu o densitate de 56° API, dintr-un rezervor situat la circa 2700 m adîncime, la o adîncime a apei de 3 m.

Tanjung Bayor nr. 1 se găsește la 110 km la nord-est de portul Balikpapan, la 40 km la nord de zăcămîntul Bakapai care a fost descoperit anul trecut și este în curs de delimitare.

Aceasta este a treia descoperire de hidrocarburi în aceeași regiune în timp de un an, după Bakapai (petrol) și Panjilatan (gaze naturale).

Șolodko, B. I. ș.a. **Experiența utilizării aparatului „Sprut-1" la prevenirea și lichidarea complicațiilor și accidentelor tehnice de fund.** În : Burenie, nr. 5, mai 1973, p. 37—38.

La forarea depozitelor argiloase plastice instabile cu tendință de dărîmare și a argilelor presate, frămîntate, cu diferite unghiuri de înclinare și tendință de deviere a găurii sondei, se formează zone de stagnare a fluidului de foraj, găuri de cheie și manșonări, care duc la extragere la înțepeniri, iar în unele cazuri la prinderi ale garniturii de foraj.

Lichidarea unor astfel de complicații și accidente tehnice de fund necesită între altele o cunoaștere a formei secțiunii găurii de sondă, iar metodele uzuale (cavernometria, măsurarea razelor în patru puncte) nu asigură o imagine veridică a acesteia.

Se analizează metodica de lichidare a prinderilor produse în condiții de complicații, elaborată pe baza analizării și interpretării grafice a rezultatelor măsurării în opt puncte cu aparatul tip „Sprut-1" a razelor, care permite obținerea de date din cele mai veridice asupra formei secțiunii găurii în intervalele de prindere, Se fac recomandări cu privire la modul de utilizare a aparatului de măsurare în opt puncte a razelor găurii, operație impusă în scopul prevenirii și lichidării accidentelor de fund și a complicațiilor legate de variația configurației secțiunii găurii sondei.

Fatali ev, M. D. **Determinarea după rezistența sapei a vitezelor maximum admisibile de introducere a garniturii de foraj.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, 53, nr. 6, iun. 1973, p. 10—12.

La introducerea garniturii de foraj apar forțe dinamice de mărime importantă datorită lovirii de numeroasele praguri aflate de-a lungul găurii sondei, care în multe cazuri duc la ruperea subansamblelor și elementelor sapei.

Se descrie, un astfel de caz, ce a avut loc în practica de foraj, cînd s-a rupt o falcă a sapei la introducerea garniturii de foraj, precum și analizarea cauzei accidentului tehnic de fund produs, constînd în depășirea valorilor maxime a vitezei de introducere și lovirea sapei într-un prag din gaura sondei.

Se prezintă ecuația pentru determinarea vitezei maxime admisibile de introducere a garniturii bazată pe rezistența sapei. Totodată se soluționează problema dinamică privind șocul garniturii de foraj cu roca, avînd capacitatea de relaxare și alunecare.

# INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

**S-a descoperit petrol** în largul coastelor de est ale Malaeziei, la circa 230 km de țărm. În cursul forajului de explorare efectuat la o adîncime a apei de 750 m, s-a întîlnit petrol în cinci straturi situate între 2136 și 2517 m; încercările de producție au permis să se înregistreze un debit de 1000 t/zi de petrol cu conținut redus de sulf, de 35° API, asociat cu 300 000 m³/zi gaze naturale.

**Specialiști sovietici** vor ajuta compania națională de petrol din Nigeria în prospecțiunile submarine. U.R.S.S. va furniza, de asemenea, instalațiile și materialele necesare.

**În Venezuela** s-a descoperit un zăcămînt petrolier de circa 30 mil. t, în cursul unei campanii de forare la est de Orenoc. De asemenea, s-au mai descoperit și alte zăcăminte în vestul țării.

**Se proiectează** construirea unei conducte de transport al gazelor naturale între Finlanda și Suedia pentru a aduce în Suedia gaze naturale din U.R.S.S. Conducta urmează să traverseze golful Bothrin la 100 m adîncime a apei pe o întindere de circa 200 km.

Gazele furnizate de U.R.S.S. vor proveni din zăcămîntul Urehgoi, în apropierea cercului arctic (Siberia), care ar putea produce 10 miliarde m³/an.

**Republica Federală Germania** va importa produse petroliere din Republica Democrată Germană printr-o conductă de transport care va urmări cursul Oderului începînd din localitatea Schwedt. Această conductă ar fi o extindere a conductei Drujba care alimentează cu petrol brut Polonia și Republica Democrată Germană.

**În Franța** s-au efectuat studii în vederea punerii la punct a vehiculelor din industrie, care să funcționeze cu gaze naturale lichefiate.

**Esso-Broken Hill Pty** au descoperit un nou zăcămînt de petrol în Australia, în largul coastelor de sud-est, în strîmtoarea lui Bass. Acest zăcămînt, denumit Mackerel ar avea, conform estimărilor efectuate, rezerve de circa 30 mil. t petrol.

**S-a descoperit un nou zăcămînt** important de hidrocarburi în Iran în apropierea localității Sarvestan, în lanțul muntos din Zagros, la circa 150 km la sud de Șiraz. Acest zăcămînt care se întinde pe o suprafață de 104 km² ar putea produce în medie 20 000 t/zi petrol de 30° API, timp de 80 de ani.

**În Kenya** se vor intensifica explorările în vederea găsirii de surse de petrol, efectuîndu-se studii de magnetometrie aeriană și de seismică în zonele unde există informații geologice favorabile. Se proiectează construirea unui port petrolier în Canada la Gros Cacouna, pe malul de sud al fluviului St. Laurent la 150 km de Quebec. Pentru efectuarea acestei lucrări sînt necesare investiții de 250 mil. dolari. Se va construi, de asemenea, o conductă de transport al petrolului de 950 km lungime spre Montréal.

**Se proiectează construirea unei rafinării** cu o capacitate de 20 000—40 000 t/zi în partea orientală a insulei mari din Bahamas. Lucrările vor costa 300 mil. dolari.

**Pentru evacuarea petrolului** din zăcămintele din regiunea Kasim din Indonezia se va construi o stație terminală petrolieră care va cuprinde conducte colectoare de petrol, instalațiile necesare pentru ancorarea unui vas care va servi provizoriu de rezervor, o unitate de degazare, o conductă submarină și o geamandură care va permite primirea vaselor de 50 000 t dw. Lucrările, care vor costa 2,5 mil. dolari, vor fi gata la sfîrșitul acestui an.

**Vasul de foraj Glomar-Challenger** care face cercetări științifice în mările și oceanele globului, a avut ca obiect cercetarea sedimentelor marine de lîngă Antarctica.

S-au săpat un număr de 16 găuri în fundul mării și s-au recuperat 1417 m de probe.

Acestea au relevat că :

— Antarctica a fost acoperită de gheață cel puțin în ultimii 20 milioane de ani. Aceasta este în contrast cu estimările precedente de cinci la șapte milioane de ani.

Acum cinci milioane de ani gheața se extindea cu mai mult de 300—500 km mai departe decît în prezent. După aceea a urmat o topire rapidă pînă s-a ajuns la situația actuală. Aceasta însă ar fi putut produce o creștere a nivelului mării de cîțiva metri.

Acum aproximativ 50 milioane de ani Australia s-a separat de Antarctica și s-a deplasat spre nord. Mișcarea continuă și în prezent cu o viteză de 5—7 cm pe an.

La trei din găurile săpate în Marea Roșie s-au detectat hidrocarburi — metan cu urme de etan — în cantități mici. Găurile respective au fost astupate cu ciment.

În timpul operațiunilor, vasul Glomar-Challenger a fost asistat de două spărgătoare de gheață. La una din locații a fost necesar ca spărgătorul de gheață Burton Island să împingă aisbergurile

pentru a le modifica traseul ce i-ar fi dus la amplasamentul vasului de foraj.

În ziua de 2 martie 1973 Glomar Challenger a plecat în a 29-a croazieră care reprezintă a doua incursiune în apele Antarctidei.

**O platformă fixă gigantică** pentru forajul pe mare în ape adînci de 200 m a fost realizată de Tecnomare, o societate parțial proprietatea Societății de stat italiene ENI.

Platforma se construiește pe uscat, este remorcată în poziție orizontală pînă la locație, adusă la verticală și cufundată. Baza triunghiulară, cu laturile de 120 m are trei chesoane la picioare, care se ajustează la condițiile de fund pentru a suporta structura platformei. Platforma are o înălțime de 213 m și puntea superioară o suprafață de 1000 m$^2$

Greutatea totală este în jur de 16 000 t.

**O conductă submarină lungă** de aproximativ 400 km va transporta gaze naturale (de sondă) de la șantierul Ekofisk și șantierele învecinate din sectorul Norvegian al Mării Nordului la o stație de recepție pe coasta Germaniei de vest. Livrările vor începe în anul 1975, cantitatea minimă livrată va fi de 200 miliarde m$^3$ într-o perioadă de 20 de ani.

**Rezervorul pentru înmagazinarea țițeiului** din șantierul Ekofisk se construiește din beton pe uscat și va fi remorcat la amplasament. Rezervorul, capabil de a înmagazina un milion de barile (~ 132 000 t), va fi coborît pe fundul mării la adîncimea de 72 m și se va extinde 20 m deasupra suprafeței apei. Rezervorul este compus dintr-un rezervor central împărțit în nouă compartimente și un perete perforat ce va înconjura rezervorul la o oarecare distanță de acesta. Perforările ajută la absorbirea energiei valurilor permițînd apei mării să pătrundă în spațiul umplut cu apă dintre peretele interior și cel exterior.

**Societatea Lone Star** a introdus o coloană de 14 in la adîncimea de 433 m în sonda 1 Bertha Rogers Oklahoma prevăzută a săpa pînă la adîncimea de 8 840 m. Se estimează că sonda va costa 5 000 000 dolari. Amplasamentul se află la aproximativ 36 km vest de sonda 1 Baden care deține în prezent recordul de adîncime pe plan mondial (30 050 ft = 9 159 m).

Înainte de coloana de 14 in a fost introdusă o coloană de 20 in la 1404 m pentru a închide o zonă de puternice pierderi de circulație.

Coloana de 14 in a fost introdusă tot pentru izolarea unei zone de pierderi de noroi.

S-a preferat să se introducă coloana de 14 in (neprevăzută în Standardul API) în loc de 13 3/8 in cum s-a introdus la sonda 1 Baden, pentru a se putea săpa mai departe cu sapa de dimensiune normală, 12 1/4 in. La sonda 1 Baden s-a săpat cu sape de dimensiune anormală (117/8 in) din cauza grosimii mari a pereților coloanei.

Se pare că dimensiunea de coloană de 14 in va fi introdusă din ce în ce mai frecvent în sondele foarte adînci pentru a evita utilizarea de sape de dimensiune anormală, manufacturate la comandă specială.

**O comisie a Ministerului Petrolului din India** a recomandat standardizarea capacității rafinăriilor noi la 60 000 b/d (~ 8500 t/zi).

Aceasta ar permite scurtarea timpului de proiectare și fabricarea instalațiilor în India.

În prezent India are o capacitate de rafinare de 490 000 b/d (~ 70 000 t/zi) și are în plan adăugarea a încă 360 000 b/d (~ 50 000 t/zi) prin rafinării noi și extinderea instalațiilor prezente. Comisia estimează că la sfîrșitul planului cincinal (martie 1979) cererea de produse se va ridica la 880 000 b/d (~125 000t/zi).

Importurile de produse petroliere și țițeiului s-au ridicat în anul 1972 la suma de 272 000 dolari și se prevede că în anul 1980 se va ajunge la 1,35 miliarde dolari.

Producția de țiței în anul acesta (1972) se estimează la 147 000 b/d (21 000 t/zi) în medie și importul necesar la 279 000 b/d (40 000 t/zi).

Produsele rafinate în țară vor atinge 19,7 mil. t iar importul se va ridica la 4,4 mil. t.

**Societatea Occidental Petroleum Corp.** a săpat a treia sondă cu rezultat pozitiv pe perimetrul ce-l deține în regiunea Oriente din partea de nord-centru din Peru.

S-au aprobat două zone ce au dat un debit zilnic total de 842 t/zi. Sonda este 51×1 Forestal amplasată la 11 km sud de granița cu Ecuadorul și 22 km sud-vest de rîul Tigre.

În prezent sînt active în regiune două instalații de foraj și o a treia, transportată cu helicopterul, va fi adusă în curînd.

În prezent se duc tratative cu societatea de stat Petroperu pentru a se putea pompa țițeiul pe conducta de 960 km ce va lega regiunea cu orașul Bayovar pe coasta Oceanului Pacific în nordul Perului.

În prezent activează în aceeași regiune și Petroperu. Celelalte perimetre acordate nu au fost încă atacate.

**În Republica Populară Chineză** se va construi o uzină pentru producerea acrilonitrilului cu o capacitate de 500 000 t/an. Se va utiliza procedeul Sohio al Societății Standard Oil Co. (Ohio).

Costul va fi aproximativ 29 mil. dolari și punerea în funcțiune este prevăzută pentru începutul anului 1976.

**Pe structura Eldfisk** din apele Norvegiene s-a pus în producție sonda de prelungire 2/7—3 X cu un debit de circa 2 000 t/zi.

O producție mai mare pe o sondă s-a obținut în șantierul Piper din apele Marii Britanii—șantier recent descoperit. Cea de a doua sondă săpată a produs pe zi 4590 t. Se afirmă că șantierul ar avea o producție potențială de circa 30 000 t/zi în prezent. Structura acoperă o suprafață de aproximativ 40 km$^2$ și ar putea să fie una din cele mai productive structuri din Marea Nordului.

**Pe blocul de concesiuni 16/29,** denumit astăzi Maureen, s-a descoperit recent un nou zăcămînt de țiței, se pare, deosebit de promițător. Concesiunea 16/29 se găsește la 270 km nord-est de Aberdeen pe platforma continentală britanică de graniță cu sectorul norvegian. Adîncimea apelor în acest punct este în medie de 100 m. Zăcămîntul a fost descoperit de un consorțiu cu cointeresarea firmelor Phillips Petroleum Co (33,78%), Petrofina (28,96%), Agip (17,26%), Centuri Power & Light Ltd (9%), Ultramar Exploration Ltd (6%) și British Elect. Traction Co (5%). Delimitarea și importanța zăcămîntului urmează să fie îi continuare cercetate

# NOTĂ TEHNICĂ

**ANK-KING — sistemul de distribuţie carburanţilor cu comandă prin cheie ate înregistra livrările automat pînă 480 de contoare individuale**

Prin sistemul TANK-KING se oferă osesorilor de parcuri de vehicule, ubfurnizorilor, instituţiilor publice şi umpărătorilor individuali un sistem de ervire neîntreruptă, fără personal de upraveghere, cu carburanţi. Acest sistem ermite organizarea serviciilor de zi şi oapte la depozitele de carburanţi, aeroorturi, organizaţiile armatei, porturile omerciale şi de agrement, ca şi la staţiile ervice. Sistemul constructiv, de conepţie pur mecanică, a acestui aparat sigură, alături de o construcţie compactă u o funcţionare garantată şi o mare curateţe de înregistrare, costuri minime le contorizare şi un montaj operativ.

Acţionarea sistemului este extrem de implă şi de sigură. Fiecare client posedă cheie individuală de siguranţă care orespunde uneia din găurile de cheie umerotate de pe tamburul ce poartă ilindri de broască, montat în interiorul ulapului Tank-King. Un buton, aşezat pe o latură a dulapului, permite otirea tamburului pînă la aducerea în poziţie de lucru a dispozitivului de blocare corespunzător unei anumite chei. Prin introducerea şi întoarcerea cheii se conectează apoi alimentarea cu energie a pompei. Simultan are loc conectarea contorului individual la contorul principal al pompei. Pompa alimentează rezervorul, iar cantitatea de carburant livrată este înregistrată de contorul individual corespunzător canalului conectat. Întreaga cantitate de carburant ce trece prin sistemul de chei este totalizată pe înregistratorul central. Livrările sînt înregistrate în mod normal cu o precizie de zecime de litru, respectiv, zecime de galon. Prin întoarcerea în poziţie iniţială a cheii, clientul deconectează alimentarea cu energie a pompei şi scoate din funcţiune contorul individual.

Dulapurile Tank-King pot cuprinde unul pînă la cinci tambururi purtătoare de cilindri de broască, ceea ce corespunde la 24, 48, 72, 96 sau 120 de canale. Fiecare tambur poartă un număr dat de cilindri activi şi de cilindri orbi de blocare, numărul total fiind de 24. Atunci cînd este necesar cilindrul orb poate fi înlocuit cu uşurinţă printr-un cilindru activ de blocare, corespunzător unei noi chei individuale. Există posibilitatea interconectării mecanice a două, trei sau patru dulapuri Tank-King, asigurîndu-se astfel deservirea a pînă la 480 contoare.

Construcţia aparatului este foarte robustă. Mecanismul este executat în întregime din oţel antiacid SIS 23.53 (US 316L). Din această cauză sistemul nu cere lucrări speciale de întreţinere. Siguranţa în exploatare a acestui sistem a fost demonstrată prin funcţionarea într-o serie de porturi arctice de dincolo de cercul polar, în porturi de pescuit şi de agrement ca şi în depozitele de carburanţi de pe malul Mării Nordului, precum şi în industria chimică. În aceste condiţii de climă extremă sistemele Tank-King au dovedit că pot funcţiona patru-cinci ani fără a avea nevoie de întreţinere sau reparaţii. Intervalul garantat de temperaturi de exploatare este cuprins între −40 şi +70°C. Ca urmare a adoptării sistemului pur mecanic de funcţionare aparatul nu necesită dispozitive de încălzire electrică în condiţiile de temperaturi scăzute.

Modelele OEM ale sistemului Tank-King au fost livrate pînă acum la opt întreprinderi europene producătoare de pompe şi incluse în agregatele furnizate de acestea. Tipul cu funcţionare pur mecanică din seria Tank-King este singurul sistem de distribuţie a carburanţilor cu comandă prin cheie aprobat de o serie de Birouri de măsuri şi greutăţi din ţările europene. Prioritatea sistemului este apărată prin brevete în toate ţările industrializate.

Există mai multe tipuri de sisteme Tank-King : tipul pur mecanic descris mai sus pentru montaj la pompă, tipul electromecanic pentru instalaţiile cu telecomandă şi modelul pentru depozite cu o viteză de contorizare de pînă la 3 000 l/min. De asemenea, există cîteva variante ale modelului OEM de tip pur mecanic. Toate sistemele servesc cu aceeaşi precizie ca contor al pompei-mamă şi pot fi folosite în conexiune cu un imprimator de tichete. Aparatele Tank-King pot fi adaptate la funcţionarea cu două pompe, afectînd un anumit număr de tamburi (cel puţin unul) pentru fiecare tip de benzină livrată. Sistemele Tank-King sînt compatibile cu toate contoarele Veede-Root şi Kienzle (de la 61) cunoscute şi pot fi adaptate şi la alte tipuri de contoare. Modelele electromecanice sînt dotate cu sistemul de interconexiune necesar pentru funcţionarea cu motor monofazat sau trifazat. Montajul aparatului poate fi executat de orice mecanic calificat şi durează, în mod normal mai puţin de o oră. Adaptarea unei pompe vechi la sistemul de comandă prin cheie, de tip pur mecanic, durează sub o jumătate de oră şi poate fi executată, de asemenea, de mecanismul de întreţinere al staţiei.

Securitatea sistemului este asigurată prin folosirea unor chei nestandardizate cu o secţiune transversală specială şi un număr extrem de mare de profile individuale. În cazul unor dificultăţi de credit sau pierderi de cheie, broasca corespunzătoare poate fi blocată cu uşurinţă prin introducerea unei semichei speciale. Redeschiderea contorului se face numai de către personalul autorizat, prin deschiderea dulapului. Înlocuirea unui cilindru orb sau a unui cilindru uzat cu unul nou se face în interval de cîteva minute.

# RECENZII

I. CREŢU, AL. SOARE, V. DAVID, AL. OSNEA : **Probleme de hidraulică** **Editura tehnică, Bucureşti, 1973, p.**

Lucrarea conţine probleme de hidraulică rezolvate numeric în sistemul de unităţi de măsură MKfS şi avînd rezultatele convertite în sistemul MKS (SI).

Pentru a asigura lucrării o independenţă oarecare faţă de materialul bibliografic, capitolele încep cu o parte de generalităţi în care sînt cuprinse, pe scurt, teoria de bază şi principalele formule de calcule necesare rezolvării problemelor din capitolul respectiv.

În capitolul I sînt prezentate principalele sisteme de unităţi de măsură, elemente de calcul aproximativ (calculul erorilor), mijloacele ajutătoare de calcul (rigla de calcul, maşini de calcul, calculatoare, nomograme şi diagrame), metode de integrare şi derivare grafică, calcul de diferenţe finite şi polinoame de interpolare.

Problemele privind : calculul greutăţii specifice şi a viscozităţii dinamice şi cinematice a lichidelor, a amestecurilor de lichide şi a gazelor ; calculul volumului de destindere elastică a lichidelor ; calculul tensiunii superficiale a lichidelor ; determinarea căldurii specifice a lichidelor şi gazelor şi determinarea factorului de abatere de la legea gazelor perfecte, sînt cuprinse în capitolul II.

Capitolul III conţine probleme de statica fluidelor care privesc : calculul variaţiei presiunii într-un lichid sau gaz aflat în repaus sub acţiunea gravitaţiei ; determinarea presiunilor în fluide cu ajutorul manometrelor diferenţiate cu lichide şi a micromanometrelor ; calculul presiunii uleiului dintr-un lagăr ; calculul presiunii uleiului dezvoltată de un plunger ; determinarea presiunii ce poate fi furnizată de un ridicător hidraulic sau de un acumulator hidraulic de presiune ; determinarea presiunii de vacuum ; calculul greutăţii ce poate fi ridicată de un cric hidraulic ; determinarea presiunii ce poate fi furnizată de un acumulator pneumatic ; determinarea forţelor de presiune exercitate de un lichid sau gaz (aflat în echilibru absolut sau relativ) asupra suprafeţelor plane sau curbe ; calculul forţei necesare deschiderii unui

stăvilar ; stabilirea poziţiei unui plutitor ; calculul volumului plutitor unui regulator de nivel asociat unui carburator ; calculul scufundării plutitorului aferent unui pod rotativ ; calculul unui cablu de ancoraj al unui tunel de cale ferată subacvatic ; stabilitatea unei macarale fluviale ; stabilitatea gazometrului ; calculul elementelor de rotaţie a unui vas cu lichid, corespunzător golirii totale, parţiale sau nule a vasului.

Probleme de mişcări potenţiale şi rotaţionale care au ca obiect determinarea familiilor liniilor de curent şi potenţiale, a distribuţiei vitezelor şi a zonelor de impact (stagnare) pentru mişcări potenţiale tridimensionale sau plane şi pentru mişcări cu vîrtejuri, cu diverse aplicaţii în hidraulică şi aerodinamică, sînt prezentate în capitolul IV.

Capitolul V este destinat dinamicii fluidelor perfecte şi conţine probleme privind : determinarea debitelor, vitezelor şi presiunii aferente micşării fluidelor perfecte prin conducte, aplicînd ecuaţia de continuitate şi ecuaţia lui Bernoulli ; determinarea elementelor hidraulice ale unui hidroelevator (ejector) ; calculul depresiunii create în ajutajul de aer asociat unui carburator ; determinarea forţei de acţionare a unui jet de fluid asupra unor suprafeţe ; calculul forţei de acţionare a curentului de lichid asupra unei conducte curbe ; calculul cantităţii de combustibil necesar realizării de către un turboreactor a unei anumite viteze.

Capitolul VI cuprinde probleme de dinamica fluidelor vîscoase relative la : regimurile de mişcare a fluidelor prin conducte ; mişcări laminare ale unui lichid în spaţiul dintre două plăci plane orizontale mobile sau imobile, sau dintre o placă mobilă şi un plan înclinat ; mişcări laminare ale unui lichid într-o conductă, sau în spaţiul inelar ; mişcarea laminară a uleiului între un ax şi un lagăr considerate concentrice sau excentrice ; rezistenţa hidrodinamică a unei paraşute, a unui planor, a unui schior, a unei plăci şi a unui înotător ; timpul de golire a rezervoarelor de lichid prin orificii ; determinarea debitului de lichid cu ajutorul tubului Prandtl-Pitot, a tubului Venturi sau a unei diafragme ; calculul hidraulic al conductelor simple, în serie, în paralel, cu ramificaţii sau cu distribuţie continuă de lichid ; mişcarea lichidelor în canale şi scurgerea lichidelor prin deversoare.

Capitolul VII conţine probleme privind mişcarea gazelor prin conducte, orificii şi ajutaje. Aceste probleme, abordate atît pe calea clasică cît şi pe baza folosirii numărului Mach ca variabilă independentă, se ocupă fie cu calculul diametrelor, a presiunilor, vitezelor şi a debitelor de gaz ale unor conducte simple, în serie, în paralel, colectoare sau distribuitoare, fie cu calculul debitului de gaz scurs printr-un ajutaj sau prin orificii.

Capitolul VIII cuprinde probleme relative la : calculul căderii de presiune şi a debitului la mişcarea unui lichid binghamian prin conducte circulare, prin spaţiul inelar sau în cadrul sistemului de circulaţie al unei sonde în foraj ; calculul volumului de amestec a două produse petroliere care se pompează succesiv printr-o conductă ; calculul elementelor necesare preîncălzirii şi a transportului petrolului congelabil prin conducte ; calculul debitului de material solid granular transportat în amestec cu un fluid printr-o conductă.

Ultimul capitol al lucrării, capitolul IX, este destinat aplicaţiilor analizei dimensionale şi similitudinii hidraulice.

Lucrarea se adresează inginerilor din domeniile transportului petrolului şi gazelor prin conducte, depozitării şi transportului apei prin conducte şi canale, construcţiilor hidrotehnice, energeticii, forajului sondelor şi a extracţiei petrolului şi gazelor etc., precum şi studenţilor de la facultăţile care au prevăzute în planurile de învăţămînt disciplinele „Hidraulică", „Mecanica fluidelor" sau „Transportul fluidelor prin conducte".

VASILE ANASTASIU : **CARTEA SONDORULUI DE EXTRACŢIE.** Editura tehnică, Bucureşti, 1973, 214 pag.

Lucrarea prezintă, într-o formă uşor accesibilă sondorilor, problemele legate de extracţia ţiţeiului.

În primul capitol se prezintă elementele privitoare la zăcămintele de hidrocarburi (alcătuire, caracteristici ale rocilor şi fluidelor conţinute, curgerea fluidelor şi regimul de zăcămînt).

Capitolul 2 cuprinde cunoştinţele referitoare la deschiderea zăcămintelor prin foraj, consolidarea prin tubaj şi cimentare, utilarea cu coloane perforate (filtre), precum şi punerea zăcămîntului în comunicaţie cu sonda, prin aplicarea unor metode de perforare. De asemenea, tot în cadrul acestui capitol, sînt prezentate atît echipamentele necesare, cît şi lucrările care se efectuează în cadrul operaţiilor de punere în producţie a sondelor.

Metodele de extracţie a ţiţeiului prin erupţie naturală şi artificială sînt expuse în capitolul 3, unde sînt descrise, de asemenea, echipamentul necesar la sondele eruptive, controlul funcţionării acestora, curăţirea parafinei, iar la erupţia artificială (continuă şi intermitentă) : fenomenul, echipamentul, punerea în funcţiune şi atribuţiile sondorului de întreţinere a sondelor.

Capitolul 4, care dezvoltă, în principal, aspectele legate de pompajul de adîncime cu prăjini, folosind pentru acţionare unităţile de pompare cu balansier (principiu, echipament de adîncime şi de suprafaţă, tehnologia aplicării metodei şi regimul de lucru la sondele cu condiţii speciale de lucru) cuprinde, de asemenea, şi elemente ale pompajului (special) fără balansier (cu acţionare pneumatică, cu acţionare hidraulică, pompaj fără prăjini — electric şi hidraulic — pompă liberă).

Operaţiile de intervenţie la sondele de extracţie a ţiţeiului sînt tratate în continuare în capitolele 5 şi 6 descriindu-se echipamentul utilizat (scule, dispozitive, instalaţii) şi lucrările ce se efectuează (extragerea şi introducerea ţevilor de extracţie şi a prăjinilor de pompare, omorîrea sondelor, schimbarea pompelor, curăţirea nisipului din sondă, cimentări în talpă, instrumentaţii după prăjini după ţevi, după cablu).

Unele aspecte ale exploatării secundare utilizînd ca agenţi de dislocuire a ţiţeiului din strat, fie gaze sau apă, fie diferiţi solvenţi, abur etc., precum şi combustia subterană, sînt descrise în capitolul 7.

Capitolul 8 cuprinde o serie de probleme care apar pe traseul parcurs de fluid după ieşirea din sondă : separarea în faze distincte, pomparea de la parcurile de separatoare la punctele centrale de depozitare din schelă, pregătirea ţiţeiului pentru predare către întreprinderile de transport şi dezbenzinarea gazelor.

Capitolul 9, cu care se încheie lucrarea prezintă elemente cu privire la participarea personalului operator în activitatea curentă : instructaj pentru prevenirea accidentelor şi buna desfăşurare a lucrărilor, organizarea brigăzilor de lucru cu specificarea atribuţiilor sondorului şef şi a brigadierului, precum şi instrucţiunile necesare privind executarea unor operaţii, din punctul de vedere al tehnicii securităţii.

Lucrarea este astfel concepută încît să fie utilizată pentru formarea personalului cu pregătire elementară (sondori) care activează în cadrul schelelor de extracţie a ţiţeiului şi gazelor. De asemenea, ea poate fi folosită pentru perfecţionarea pregătirii celor care deja lucrează ca sondori, sau ca material consultativ, pentru sondori şefi şi maiştri sondori.

I. DRAVĂŢ : **ÎNDRUMĂTORUL SONDORULUI DE FORAJ.** Editura tehnică, Bucureşti, 1973, 260 p.

Lucrarea prezintă, într-o formă accesibilă, cunoştinţele necesare pentru pregătirea şi perfecţionarea pregătirii sondorilor şi tehnicienilor angrenaţi în activitatea de foraj.

Autorul a elaborat lucrarea atît pe baza experienţei personale, cît şi pe baza experienţei acumulată de specialiştii în foraj şi transmisă din generaţie în generaţie în decursul a peste 100 de ani de cînd se execută lucrări de foraj în România.

Lucrarea are un caracter practic.

Cunoştinţele cu caracter teoretic sînt prezentate în modul cel mai simplu posibil şi întregite cu exemple luate din practica pe şantier.

Lucrarea este astfel structurată încît ordinea capitolelor coincide cu ordinea cronologică a operaţiunilor ce se execută la sondele în foraj.

În primul capitol se dau noţiuni referitoare la : geologia sedimentelor, depozitelor de hidrocarburi, structurile purtătoare de hidrocarburi, principiul forajului rotativ şi forajului marin.

În continuare se prezintă lucrările necesare pregătirii sondei şi anume : alegerea locaţiei, fundaţii, prefabricate, dotaţia sondei, montaj, săparea găurii pentru prăjina de antrenare şi recepţia.

Autorul a ţinut seama de normativele actuale referitoare la prevenirea şi combaterea incendiilor, ocrotirea suprafeţelor agricole şi măsurile pentru protecţia muncii.

Capitolul următor se referă la forajul ropriu-zis și începe cu organizarea lucului la sondă, specificîndu-se atribuțiile turor membrilor brigăzii de foraj.

În continuare se prezintă sapele și iferitele aspecte ale procesului de foraj, rintre care carotajul mecanic, forajul dirijat, forajul cu turbina și principiile generale care condiționează un foraj rapid și economic, adică o tehnologie modernă.

Capitolul IV se referă la complicații și accidente de foraj (ruperea sau prinderea garniturilor de foraj), respectiv prevenirea manifestărilor de presiune.

În capitolele care urmează (V și VI) se tratează consolidarea găurilor de sondă prin tubaj și cimentare și în continuare probarea stratelor atît prin tehnica tradițională, cît și prin tehnica modernă (pentru sondele adînci).

În ultimul capitol (VII) se face o prezentare a instalațiilor moderne de foraj și a echipamentelor auxiliare fabricate în R.S. România. De asemenea, se dau indicații în legătură cu pregătirea condițiilor de lucru la sonde pentru anotimpul friguros, precum și pentru acordarea primului ajutor în caz de accidente.

CONSILIUL NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR

Secția de Chimie

Comisia de Chimie Analitică
Grupa de Chimie Analitică, Pitești

SIMPOZION

cu tema,

„APLICAȚIILE CROMATOGRAFICE DE GAZE ÎN CERCETARE ȘI PRODUCȚIE"

20 — 21 septemdrie 1974

Cei care doresc să participe la lucrările acestui simpozion, sînt rugați să trimită un rezumat al lucrării, (o pagină dactilografiată), pînă la data de 20 iunie 1974, la sediul CNIT, Calea Victoriei 118, București.

Revista PETROL și GAZE. Redacția: București, Calea Plevnei, 139, telefon 49. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, Calea Plevnei 139 cont 640 302-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I. P. I. c. 3305

14 330

**Adressez vos commandes pour l'année 1974 à**

# „ROMPRESFILATELIA"

**Entreprise de commerce extérieur spécialisée exclusivement en exportation et importation de presse et filatélei.**

POB 848 — 2001 ⋆ Telex 011631 ⋆ Bucharest — Romania

## NOS CORRESPONDANTS A L'ÉTRANGER

ARGENTINIEN : Libreria Hachette S. A. Rivadavia 739/43 Buenos Aires

BELGIEN : Du Monde Enteir — 5, Place St, Jean, Bruxelles ; Agence Messageries de la Presse — Rue du Percil 14—22, Bruxelles ; Wander, Mustraat 10, 3000 Lourvain

BULGARIEN : Hemus — Bd. Rousky 6, Sofia.

CHINESISCHE VOLKSREPUBLIC : Waiwen Shudian, POB 88, Peking

DEUTSCHE BUNDESREPUBLIK : Kubon & Sagner, POB 68 — München 34 ; W. E. Saarbach G.m.b.H. 5, Köln 1 Postfach 1510.

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK : Deutscher Buch Ex. u. Import — Leninstrasse 16, Leipzig 701.

FINNLAND : Akateemien Kirjakuppa — POB 128, Helsinki 10.

FRANKREICH : Hachette — 79 Boulevard Saint-Germain 17 Paris 6 ; Nouvelles Messageries de la Presse Parisienne — 111, Rue Réaumur 75, Paris 2 ; Agence Littéraire et Artistique Parisienne 23, Rue Royale, Paris 8 ; Office International de Dokumentation et Librairie 48, Rue Gay Lussac Paris 5 ; Dawson-France, 4, Rue du Faubourg Poissonière 75, Paris 10 ; Club du Livre Technique 1, Rue de Turbigo, Paris 1 ; Messageries du livre — Importation — 116, Rue du Bac, Paris 7 ; Europériodipues S. A. 72, Bd Semard, 92 Saint Cloud.

GROSSBRITANNIEN : Collet's Holdings Ltd., Denington Estate London Road Wellingborough Northans ; Abakos, Kent Ltd. 24, Upder Grosvenor Road Tombridge Wells, Kent, Central Books Ltd., 37, Grays Inn Road, London WC 1 ; R. Maxwell, 4—5 Fitzroy Square, London W 1 ; Academic Press Berkeley Square House, Berkeley Square, London W1 ; WM Dawson & Sons Ltd. Cannon House, Macklin St. London WC 2 ; Bailey Subscription Agents Ltd. Warner House, Folkestone, Kent, England ; Blackwell Scientific Publications Ltd. 5, Alfred Street, Oxford OX 1, 4 HB ; Central Books Ltd. 37, Grays Inn Road, London WC 1 ; Pergamon Press Ltd. Headington Hill Hal Oxford, Oxford 64881 ; Robert Maxwell & Co., Ltd. 4—5 Fitzroy Square, London W 1.

HOLLAND : Swets & Zeitlinger 487 Keizersgracht Amsterdam C ; Antiquariat Junk Waldenstraat 10 ; Jochen Boekhandel Pegasus Leidsestraat 25 Amsterdam ; Intertaal Van Baerlesstraat 150, Amsterdam Zuit ; Meulenhoff Beuilingstraat 2, Amsterdam C.

ISRAEL : Haiflepac Ltd., 11, Arlosoroff Street-Haifa ; Lepac Ltd., 15, Rambam Street, Tel Aviv.

ITALIEN : So-Co. Lib. Ri Export-Import, Piazza Margana 33, Roma ; Libreria Commissionaria Sansoni SpA Via Lamarmora, 45, 50121 Firenze, Italia.

JAPAN : Nauka Ltd., 30—19 Minami-Ikebukuro 2, Chome Toshima-Ku, Tokyo.

JUGOSLAWIEN : Jugoslavenska Knjiga-Terazije 2 ; Forum, 1, Vojvode Misica-Novisad ; Prosveta Terazije 16/1, Beograd ; Libertatea Z. Zrenjanina, 7, Pancevo.

CANADA : Co-operative Bookshop Ltd., 882, Main Street Winipeg ; International Subscription Agency-Periodics 5090 Papineau, Montreal 34.

KOREANISCHE VOLKSDEMOKRATISCHE REPUBLIK : Chulphanmul Phenian.

KUBA : Cubartimpex Simon Bolivar, Palacio Almado 1, Building 1, La Habana.

MONGOLEI : Mongolgosknigotorg — Ulan Bator.

NORWEGEN : Norsk Bokimport — POB 3267 — Oslo.

NIEDERLANDE : Martinus Nijhoff, POB 269 Den Haag ; Swets & Teilinger, Keisesgracht 471—487.

ÖSTERREICH : Globus-Zeitungen — 1200 Wien, Höchstädtplatz

POLEN : Ruch-ul. Wilcza 46. Warszawa.

PORTUGAL : Libreria Buchholz-Lissabonna, Avda. Liberdade, Libreria-Buchholz LDA, Rua Duque de Palmela 4, Lissabonn.

SCHWEDEN : D. C. Fritze — Fredgatan, 2, Stockholm 16.

SCHWIEZ : Pinkus & Cie, Froschaugasse, 7, Zürich.

SOWJETUNION : Mejdunarodnaia Kniga, Moskva — G-200.

SPANIEN : Libreria y Exposicion Buchholz S. A. Avda. Calvo Sotelo 3, Apartado 1040, Madrid 4 ; Libreria Herder, Calle de Malmos 26, Barcelona.

TSCHECHOSLOWAKEI : Artia, Ve Smeckach 30 — Prag I, Slovart, AG — Gorkeho 17, Bratislava.

UNGARN : Kultura POB 149 — Budapest 62.

USA : Fam. Book Service, 69, Fifth Avenue South 9, F. New York 10003 N.Y ; Continental Publications, 111, South Mermanec Avenue, St., Louis, Missouri 63105 ; Walter J. Johnson Inc., 111, Fifth Avenue NY, 3, New York ; IUB — International University Booksellers Inc. 101, Fifth Avenue, New York 10003, ERSCO Industries Inc. 1 St. Avenenue North at. Avenue North ar 13th St. Birmingham, Alabama 35203 ; Franklin Square Agency Inc., 545 Cedee Lane-Teanech N.Y. 07666 ; Maxwell Scientific International Inc. Fairview Park Elmsford New-York 10523 : The Library of Congress Washington DC. 20540 ; Mc Graw. Hill Book Company 330, West 42 nd Street New York, N.Y. 10036 ; Stechert and Hafner Inc. 31, East 10th Street New York N.Y. 10003

DEMOKRATISCHE REPUBLIK VIETNAM : So Xaut Nhap Bao — Hai Ba trung 32, Hanoi.

# INTREPRINDEREA PAMID

**Întreprinderea PAMID, prin atelierul său de imprimare, legătorie și compartimentul de editură, realizează pentru întreprinderile și instituțiile din sectorul petrolier o gamă variată de lucrări, de la prezentarea grafică și tehnoredactare, pînă la tipărire și finisare:**

pamid

- **Broșuri tehnice de protecție a muncii, indicatoare, nomenclatoare etc.**
- **Cataloage comerciale pentru țară și străinătate**
- **Prospecte și pliante pentru popularizarea unor produse noi, a unor inovații, sau pentru reclamă peste hotare**
- **Afișe și afișete de protecție a muncii, planuri tematice de invenții inovații și raționalizări etc.**
- **Agende de birou și buzunar**
- **Calendare de perete și birou**
- **Programe pentru simpozioane tehnico-științifice, congrese etc.**
- **Diverse imprimate administrative; fișe de evidență, registre, formulare, etichete etc.**
- **Diverse lucrări de legătorie, broșarea unor materiale xerografiate, copertarea unor lucrări, mape, albume, legitimații etc.**

*Pentru orice relații vă puteți adresa serviciului comercial telefon: 12.94.04.*
*Comenzile se primesc pe adresa: Str. Biserica Amzei nr. 23, sectorul I, București.*
*Vă asigurăm că toate comenzile dvs. vor fi onorate în timp și în condiții de bună calitate.*

# CHIMPEX

## CONSTANŢA

**Str. Caraiman nr. 2, Telex 014273, telefon 11316, sau 24320**

*Se ocupă de realizarea exportului şi importului de produse chimice şi petroliere pentru porturile Constanţa, Brăila, Galaţi, Giurgiu*

## PRINCIPALELE PRODUSE PETROLIERE EXPORTATE SÎNT:

BENZINE PENTRU AUTOMOBILE ■ BENZINE PENTRU AVIOANE ■ PETROL PENTRU TRACTOARE ■ COMBUSTIBIL DIESEL ■ COMBUSTIBIL DIESEL, pentru nave maritime şi fluviale ■ PETROL LAMPANT ■ COMBUSTIBIL PENTRU TURBOREACTOARE — produse caracterizate prin puritate, stabilitate chimică şi volatilitate rapidă şi completă ■ COMBUSTIBIL PENTRU ÎNCĂLZIRE ■ O GAMĂ FOARTE VARIATĂ DE ULEIURI LUBRIFIANTE ■ UNSORI CONSISTENTE ■ BITUM INDUSTRIAL ■ PARAFINĂ ■ PRODUSE PETROLIERE din procese secundare de prelucrare a ţiţeiului ■ SOLVENŢI PETROLIERI ■ BITUM PENTRU DRUMURI

## EXPORTĂM DE ASEMENEA:

HIDROCARBURI AROMATICE ■ VASELINE ■ ULEIURI ALBE

*ALTE PRODUSE:*

***— Acetat de vinil monomer, anvelope, acid acetic, acetat de vinil, B naftol, bachelită, bicarbonat, bicromat, coloranţi carbid (diverse sortimente), detoxan, extras de tanin, fibre poliester, nitrocalcar, polietilenă, plăci de celuloid, polistiren, negru de fum, sulfat de aluminiu, sulfat de sodiu. sodă caustică, uree, sodă grea etc.***

**petrom**


**Întreprindere de Stat pentru Comerțul Exterior**
**Telefon: 156964; 144291**
**Telex: 011374 Camrom for Petrom**
**Telegrame: Petrom—București**

**22, Bd. N. Bălcescu București—România**


ACTUALITATE: Uzine chimice construite pe baza celor mai moderne tehnologii
TRADIȚIE: Peste 100 de ani experiență în prelucrarea țițeiului puse la dispoziția Dv. de

PETROM Întreprindere de Stat pentru exportul de instalații complete de uzine chimice, petrochimice și rafinării de petrol

## PETROM

oferă la export:

- **uzine chimice și petrochimice, instalații tehnologice complete în domeniul petrochimiei, al chimiei organice și anorganice, îngrășămintelor, medicamentelor, coloranților, maselor plastice, fibrelor și cauciucului sintetic, ș.a;**
- **rafinării complete și instalații de prelucrare a țițeiului;**
- **instalații auxiliare pentru uzine chimice, petrochimice și rafinării de petrol;**
- **licențe, invenții, know-how și asistență tehnică în domeniul industriei chimice, petrochimice și al prelucrării țițeiului.**

**PETROM—oferă o gamă largă de servicii în domeniul industriei chimice, petrochimiei și prelucrării țițeiului.**

**PETROM—cooperează pe baze reciproc avantajoase cu parteneri externi pentru realizarea unor obiective în domeniul său de activitate.**

**Fiind o întreprindere de stat, PETROM are posibilitatea să utilizeze întregul potențial tehnico-științific pe care industria românească îl are în acest domeniu, pentru realizarea sarcinilor sale externe.**

# geomin

**Entreprise de Commerce Extérieur pour Mines, Pétrole et Géologie**

GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerais à l'aide d'installations complètes appliquant la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.
Des instituts spécialisés et un personnel de haute qualification assurent l'exécution de:

- prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et sur des installations pilote;
- études de faisabilité pour différents types de gisements;
- projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers, travaux auxiliaires d'aménagement du terrain, captages d'eau, chemins, voies ferrées, usines électriques, dépôts, installations pour le personnel, etc.;
- instruction du personnel local et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;
- livraison des outillages miniers pour exploitations à jour ou en souterrain de même que de l'équipement et des machines nécessaires aux usines d'enrichissement.

GEOMIN offre aussi dans le domaine de l'industrie extractive de pétrole:

- études de synthèse destinées à apprécier les perspectives de pétrole et de gaz;
- programmes de travaux d'exploration;
- levés géologiques;
- prospections géophysiques;
- travaux de forage structural;
- le forage des puits d'exploration et de développement;
- les projets, la livraison et la construction de chantiers (unités de production, conduits, réservoirs, etc.).

GEOMIN

Le développement rapide de votre industrie minière peut être assuré par GEOMIN

BUCAREST—ROMANIA
202 Splaiul Independenței ★ Tèl. 49.24.25 - Télex 011242 ★ Câbles: GEOMIN

# PECO

PECO

**Centrala de desfacerea produselor petroliere „PECO“**

Desfacerea
şi transportul
produselor petroliere
prin conducte, căi ferate
şi cisterne,
condiţionarea şi livrarea
produselor petroliere

# IMPEXMIN

ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

Bucureşti ROMÂNIA
Str C A Rosetti nr 13
tel 12 62 18
12 62 71 telex 588

1973 NOV 28

Impexmin ROMANIA

Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

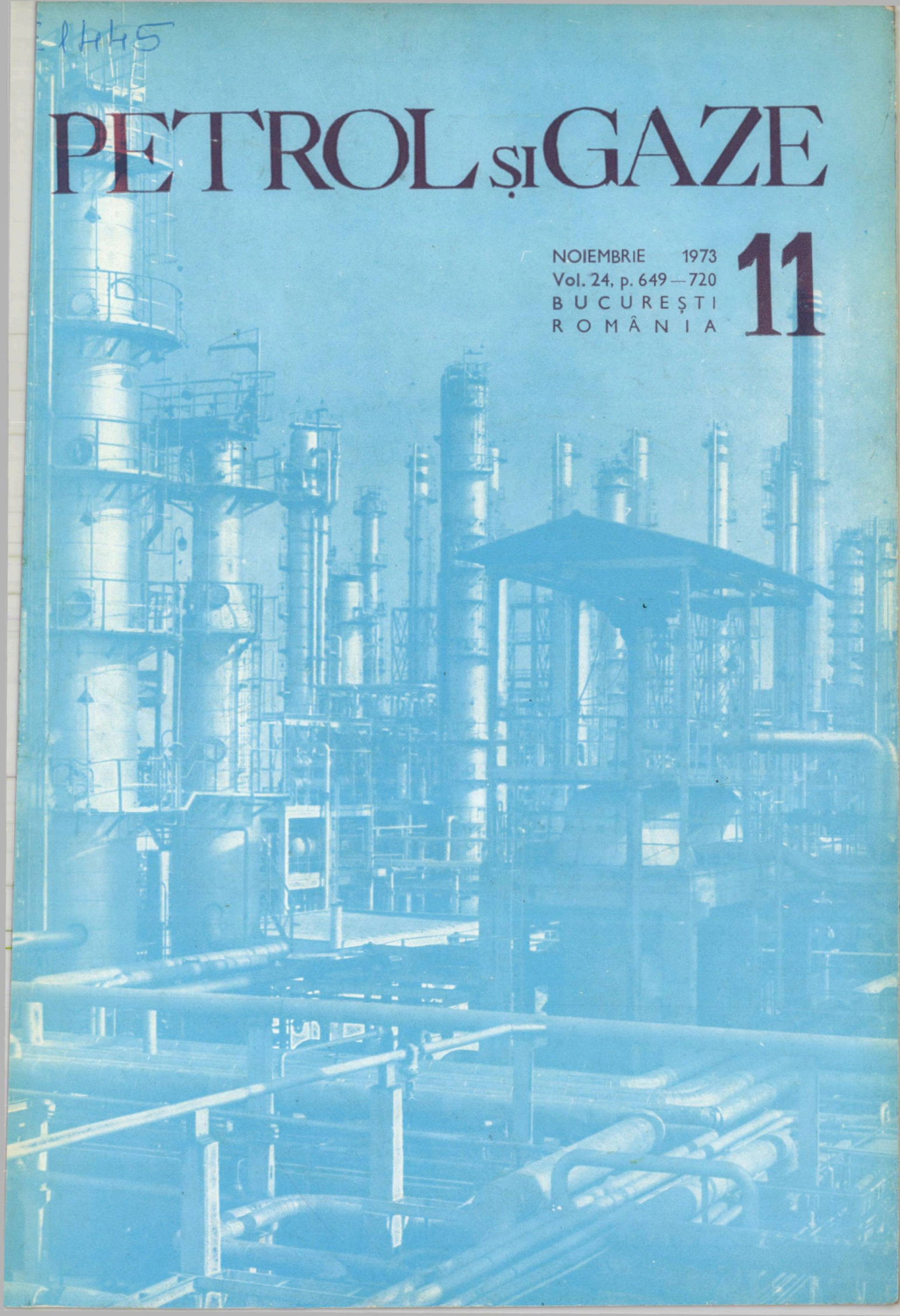
OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.

I 1445

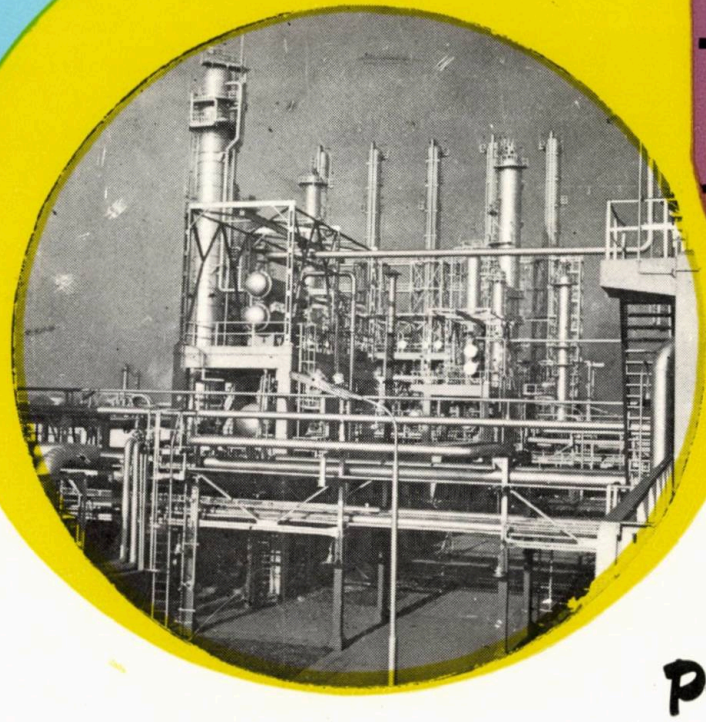
# PETROL ȘI GAZE

NOIEMBRIE 1973
Vol. 24, p. 649—720
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

11



# centrala industrială de rafinării și petrochimie PLOIEȘTI



## PRODUCE

Propilenă pentru polimerizare
Propilenă pentru sinteze organice
Oxid de etilenă
Glicoli și poliglicoli
Anhidridă ftalică
Anhidridă maleică
Fenol
Acetonă
Clorură de colină
Polietilenă pentru:
— film
— injecție
— corpuri suflate
— uz general
Metil-etil-cetonă
Etilmercaptan
Acetilenă tehnică
Benzină auto COR 75
Benzină auto COR 88
Benzină auto COR 90
Benzină auto COR 92
Benzină auto COR 98
Benzen
Toluen
Ortoxilen
Metaxilen
Paraxilen
Petrol lampant
Combustibil pentru turboreactoare
Motorină cong. — 5°C
Motorină cong. — 10°C
Motorină cong. — 15°C 2 U
Aragaz
Cocs petrol
Combustibil pentru calorifer

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 11
noiembrie 1973


## CUPRINS


D. Paraschiv, şi M. Cristian: **Asupra particularităţilor regimului geotermic în nord-estul Depresiunii panonice** 655–660

I. Ana şi M. Mihuţ: **Cu privire la stabilitatea fluidelor de foraj. II** 661–668

Gr. Tatu: **Corelarea regimului mecanic de dislocare cu cel hidraulic, la forajul sondelor folosind sape cu role** 669–673

D. Ştefănescu: **Materiale granulare pentru îmbibarea formaţiunilor geologice de mare permeabilitate din sonde** 674–675

A. Georgescu: **Teorema lui Squire pentru o mişcare într-un mediu poros** 676–678

P. Eftimescu şi R. Brătianu: **Contribuţii la îmbunătăţirea calităţii prăjinilor de pompare în scopul diversificării folosirii acestora, în diferite condiţii de exploatare. III. Excentricitatea prăjinilor rezultată din fabricaţie** 679–684

I. Creţu: **Criterii privind utilizarea raţională a puterii hidraulice la forajul unei sonde** 685–693

I. Precup, I. Buricatu şi D. Grigoriu: **Unele aspecte legate de limitaţiile impuse de extracţia cu reflux de extract de compoziţie diferită de a extractului finit. II. Stabilirea metodei de calcul** 694–697

M. Metsch: **Stabilirea cauzelor accidentelor de muncă** 698–700

S. Gipp: **Aspecte ale unei colaborări rodnice** 701–702

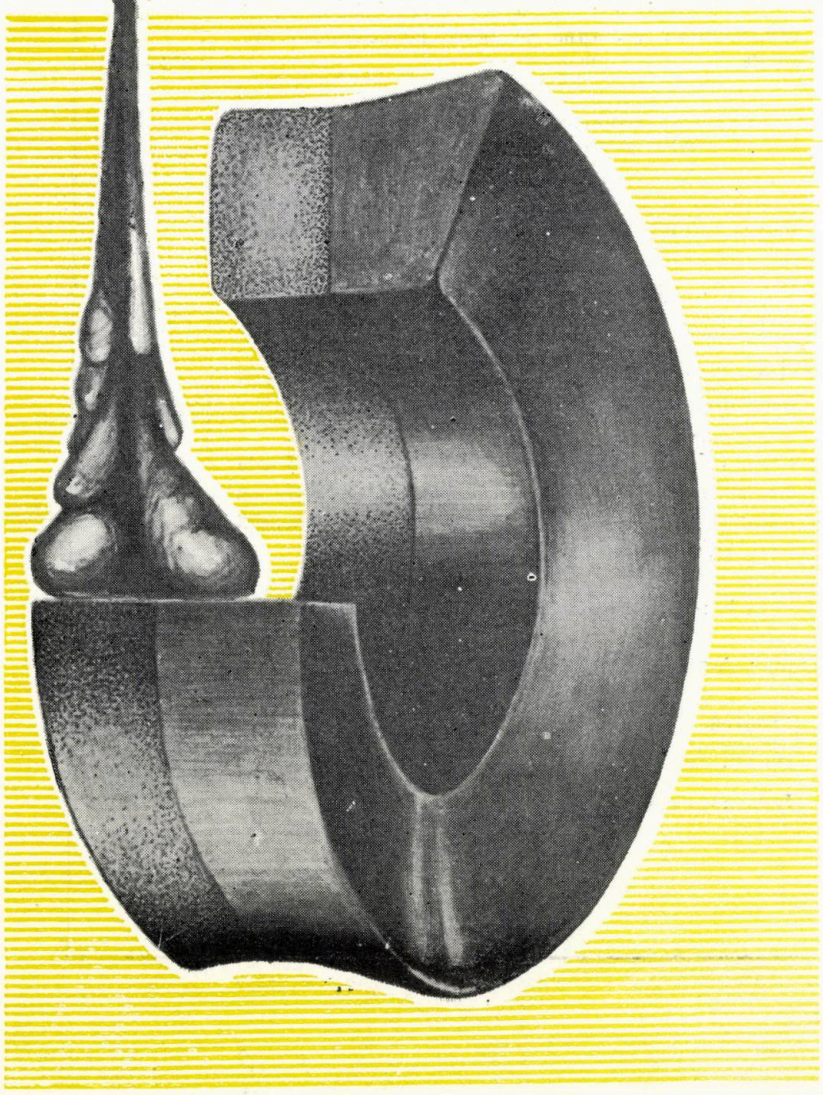
**Cronică** 703–707

**Documentare** 708–715

**Informaţii tehnico-economice** 716–717

# pamid

**Bucureşti, str. Biserica Amzei 23, sect. 1**



## *EXECUTĂ:*

### GARNITURI PENTRU POMPELE DE NOROI ŞI INSTALAŢIILE DE FORAJ

— garnituri amovibile ale pistoanelor mission pentru pompele de noroi
— garnituri pentru scaun supapă (146 × × 177 × 29 mm)
— inel supapă (146 × 11 × 21 × 11 mm)
— garnituri pentru cap hidraulic de 300 t (117,5 × 88,9 × 11 mm)
— garnituri etanşare coloană
— ştergătoare de prăjini
— manşoanele protectoare pentru prăjinile de foraj

### GARNITURI PENTRU INSTALAŢIILE DE EXTRACŢIE ŢIŢEI ŞI GAZ METAN

— garnituri etanşare (69 × 30 × 14; 69 × 32 × × 14; 69 × 38 × 14)
— garnituri cap coloană pentru pistonat fluide (tip OIL Sever — 60 × 18 × 20; 60 × 7 × × 20; 60 × 12 × 20; 60 × 16 × 20 mm)
— garnituri cu discuri multiple (tip guiberson)

### GARNITURI PENTRU AGREGATE DE CIMENTARE

– clapeţi pentru A.C. — 300 (109 × 90 × 19 mm)
— garnituri din cauciuc pentru etanşare la A.C. — 400 (76 × 58 × 15 mm) la A.C — 500 (120 × 90 × 15; 115 × 75 × 20; 110 × 52 × × 14 mm)
– garnituri plunger

### GARNITURI PENTRU TRACTOARELE GRELE ŞI MOTOARELE DIESEL DE LA INSTALAŢIILE DE FORAJ

— cuplaje subţiri şi groase pentru tractorul S80 — 100
— burduf diferenţial Tatra

# CONTENTS


D. PARASCHIV, M. CRISTIAN

**Concerning the Peculiarities of the Geothermic Regime in the North-Eastern Pannonian Depression** 655

I. ANA, M. MIHUT

**Some Observations concerning the Stability of Drilling Fuels** 661

GR. TATU

**Correlation of the Mechanical Dislocation Regime with the Hydraulic One in Well Drilling Using Roller Bits** 669

D. STEFĂNESCU

**Granular Materials for Imbibing the High-Permeability Geological Formations in Wells** 674

A. GEORGESCU

**The Squire's Theorem for a Movement in a Porous Medium** 676

P. EFTIMESCU, R. BRATIANU

**Contributions to the Improvements of the Quality of Sucker Rods in Order to Diversify their Use under Different Exploitation Conditions. III. The Rod Eccentricity Resulting from Fabrication** 679

I. CRETU

**Some Criteria concerning the Rational Use of the Hydraulic Power in Well Drilling** 685

I. PRECUP, I. BURICATU, D. GRIGORIU

**Some Aspects Connected with the Limitations Imposed by the Extraction with Extract Reflux of a Composition Differing from that of the Finished Extract. II. Establishing the Calculus Method** 694

M. METSCH

**Establishing the Causes of Labour Accidents** 698

S, GIPP

**Aspects of a Fruitful Co-operation** 701



BIBLIOTECA CENTRALĂ


D. Paraschiv, M. Cristian: **Concerning the Peculiarities of the Geothermic Regime in the North-Eastern Pannonian Depression**


The Romanian sector of the Pannonian Depression situated north of the parallel of the city of Oradea is characterised by high temperature gradients.The highest temperature is 186°C at a depth of 3,178 m.
The geothermic gradient varies between 6.65 and $4.30^{10-2}$°C, the geothermic step between 15 and 23.8 m/°C, the thermic conductibility between 0.0039 and 0.0042 Kcal/cm sec °C and the thermic flux ranges from 2.21 to $2.39^{10-6}$ cal/cm²sec, The temperature gradients increase from south-east to north-west. On this increase background many positive and negative anomalies which correspond to the morpho-structural elements of the metamorphosed foundation are observed.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p. 655
D.C. 550.361.2


A. Georgescu: **The Squire's Theorem for a Movement in a Porous Medium**


Some introductory considerations in the theory of the hydrodynamic stability in porous media for a quasistable movement with a stratified density in a saturated porous medium are followed by a determination of the relation between the stability characteristics corresponding to the bi and tridimensional perturbations, thus demonstrating the so-called Squire's theorem. The final part of the paper contains some observations and conclusions.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p. 676
D.C. 532,546


P. Eftimescu. R. Brătianu: **Contributions to the Improvements of the Quality of Sucker Rods in Order to Diversify their Use under Different Exploitation Conditions. III. The Rod Eccentricity Resulting from Fabrication**


The effect of the eccentricity of the sucker rod bit as against the rod axis resulting from fabrication, on the stamping of the upset side or on bit threading is analysed. The description is given of the method used for establishing the maximum admissible value of the deviation from coaxiality and the results obtained in laboratory tests and practical activities are shown.
The paper represents a noteworthy contribution to the interpretation of some inexplicable frequent sucker rods fractures quite near the bit.



Petrol şi Gaze. **24**, nr. 11, 1973, p. 679
D.C. 662.226,53


I. Creţu : **Some Criteria concerning the Rational Use of the Hydraulic Power in Well Drilling**


The criterion of the hydraulic power at the bit and that of the hydraulic impact are presented in the light of three cases of possible behaviour of the hydraulic parameters in well drilling.
These criteria for the rational use of the hydraulic power in drilling are used for working out the hydraulic programme of drilling wells.
Two numerical examples are given to illustrate the way of analytically establishing the hydraulic programme of a drilling well based on the criterion of the hydraulic power at the bit or on that of the hydraulic impact.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p. 685
D.C. 622,24:532,5


M. Metsch: **Establishing the Causes of Labour Accidents**


Two examples drawn from investigations on the causes of labour accidents confirm the observations found in the relevant literature that several causes generally contribute to labour accidents. Some suggestions are made concerning the investigation of labour accidents in this direction.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p. 698
D.C. 614,8

# СОДЕРЖАНИЕ


Д. ПАРАСКИВ, М. КРИСТИАН

**О свойствах геотермического режима на северо-востоке низменности Панонии** 655

И. АНА, М. МИХУЦ

**О стабильности бурильных жидкостей.** 661

ГР. ТАТУ

**Связь механического режима дислокации с гидравлическим при бурении скважин, с применением шарошечного долота** 669

Д. ШТЕФЭНЕСКУ

**Гранулированные материалы для пропитки высокопроницаемых геологических залежей в скважинах** 674

А. ДЖОРДЖЕСКУ

**Теорема Squire движения в пористой среде** 676

П. ЕФТИМЕСКУ, Р. БРЭТИАНУ

**Улучшение качества насосных штангов в целях диверсификации их применения в различных условиях эксплуатации . . . . . III. Эксцентрицитет штангов, получаемый при их изготовлении** 679

И. КРЕЦУ

**Критерии рационального использования гидравлической силы при бурении скважин** 685

И. ПРЕКУП, И. БУРИКАТУ, Д. ГРИГОРИУ

**Некоторые аспекты связанные с ограничениями экстракции флегмой экстракта, состав которого отличается от состава конечного экстракта. II. Определение метода расчета** 694

М. МЕЧ

**Определение причин несчастных случаев** 698

И. ДЖИПП

**Аспекты плодотворного сотрудничества** 701


Д. Параскив, М. Кристиан: **О совйствах геотермического режима на северо-востоке низменности Панонии**

Румынская часть Панонической низменности находящееся на севере параллели города Орадеа характеризуется высокими градиентами температуры. Наивысшая температура 186°С находится наглубине 3178 метров. Геотермический градиент колеблется между 6,65 и $4{,}30^{10-2}$ °С, геотермическая ступень между 15 и 23,8 м/°С, теплопроводность — между 0,0039—0,0042 Ккал/см сек.°С и тепловой поток имеет значения $2{,}21—2{,}39^{10-6}$ кал/см² сек.

Градиенты температуры возрастают по направлению юго-восток на северо-запад. На этом повышении, отмечаются многочисленные положительные и отрицательные аномалии, которые соответствуют морфо-структурным элементам метаморфозированного фундамента.


Petrol şi Gaze. **24**, nr. 11, 1973 p, 655
Д.К. 550.361.2


А. Джорджеску: **Теорема Squire движения в пористой среде**

После вводных соображений в теорию гидродинамической стабильности в пористых средах, для квазистабильного движения при наслоенной плотности в насыщенной пористой среде, определяют отношение между характеристиками стабильности, соответствующими дву- и трехразмерным пертурбациям, т.е. демонстрируется так-называемая теорема Squire. В конце работы представлены некоторые замечания и заключения.


Petrol şi Gaze **24**, nr. 11, 1973 p, 676
Д.К. 532.546


П. Ефтимеску, Р. Брэтиану: **Улучшение качества насосных штангов в целях диверсификации их применения в различных условиях эксплуатации III. Эксцентрицитет штангов, получаемый при их изготовлении**

Тщательно изучается эффект эксцентрицитета конуса нассной штанги по отношению к оси штанги, образуемого при изготовлении при штамповке высаженной части или нарезании резьбы конуса.

Описывается применяемый метод для определения максимально допустимого значения отклонения от соосности, а также результаты лабораторных испытаний и полученных на практике.

Работа представляет собой значительное содействие объяснению весьма частых необчяснимых изломов насосных штангов рядом с конусом.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p. 679
Д.К. 622.276.53


И. Крецу: **Критерии рационального использования гидравлической силы при бурении скважин**

Представлен критерий гидравлической силы долота и гидровлического импакта, определяемой на основе уточнения трех случаев возможного поведения гидравлических параметров бурения скважин.

Указанные критерии рационального использования гидравлической силы бурения использованы для разработки гидравлической программы бурильной скаважины.

Двумя примерами числового расчета иллюстрируется способ аналитического определения гидравлической программы бурильной скважины, основанного на критерии гидравлической силы долота или гидравлического импакта.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p, 685
Д.К. 622.24:532.5


М. Меч: **Определение причины несчастных случаев**

Двумя примерами изучения причин двух трудовых несчстных случаев подтверждаются соображения, опубликованные в литературе по специальности в смысле, что вообще, имеется несколько причин трудовых несчастных случаев. Выдвигаются предложения по исследованию трудовых несчастных случаев в этом направлении.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p. 698
Д.К. 614. 8

# INHALT


D. PARASCHIV, M. CRISTIAN

**Über die Eigenheiten des geothermischen Zustandes im Nordosten der Pannonischen Depression** 655

I. ANA, M. MIHUT

**Über die Stabilität der Bohrflüssigkeiten** 661

GR. TATU

**Korrelation der mechanischen und der hydraulischen Verschiebung beim Sondenbohren mit Rollenmeisseln** 669

D. ŞTEFĂNESCU

**Gekörnte Stoffe für die Tränkung geologischer Formationen mit grosser Permeabilität in Sonden** 674

A. GEORGESCU

**Squirescher Leitsatz für eine Bewegung in einem porösen Medium** 676

P. EFTIMESCU, R. BRĂTIANU

**Beiträge zur Qualitätsverbesserung des Pumpgestänges im Hinblick auf dessen differenzierte Anwendung unter verschiedenen Betriebsbedingungen. III. Auf die Herstellung zurückzuführende Ausmittigkeit des Gestänges** 679

I. CRETU:

**Kriterien der rationellen Nutzung der Wasserkraft beim Sondenbohren** 685

I. PRECUP, I. BURICATU, D. GRIGORIU

**Einige Aspekte in bezug auf die Begrenzungen infolge der Rückflussextraktion eines Extrakts mit unterschiedlicher Zusammensetzung im Vergleich zum Endextract. II. Festlegung der Berechnungsmethode** 694

M. METSCH

**Festlegung der Ursachen bei Arbeitsunfällen** 698

S. GIPP

**Das Petrolchemische Kombinat Schwedt und seine Partner in der Sozialistischen Republik Rumänien.** 701


D. Paraschiv, M. Cristian: **Über die Eigenheiten des geothermischen Zustandes im Nordosten der Pannonischen Depression**


Der rumänische Abschnitt der Pannonischen Depression, nördlich des Breitenkreises der Stadt Oradea, ist durch hohe Temperaturgradienten kennzeichnet.Die höchste Temperatur liegt bei 186°C in einer Tiefe von 3178 m. Der geometrische Gradient schwankt zwischen 6,65 und $4{,}30^{10-2}$°C, die geometrische Stufe zwischen 15 und 23,8 m/°C, die thermische Leitfähigkeit zwischen 0,0039—0,0042 kcal/cm sek °C während die Werte des Wärmeflusses $2{,}21\text{-}2{,}39^{10-6}$ cal/cm² sek ausmachen.
Die Temperaturgradienten wachsen von Südosten nach Nordwesten. Dabei sind zahlreiche positive und negative Anomalien zu bemerken, die den morphologisch-strukturellen Elementen des metamorphen Fundaments entsprechen.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973 p. 655
D.K. 550.361.2


A. Georgescu: **Squirescher Leitsatz für eine Bewegung in einem porösen Medium**


Nach einer Einführung in die Theorie der hydrodynamischen Stabilität in porösen Medien, wurde für eine quasistabile Bewegung mit stratifizierter Dichte in einem gesättigten porösen Medium, die Beziehung zwischen den Stabilitätscharakteristiken, entsprechend der zwei-und dreidimensionalen Störungen bestimmt und der sogenannte Squiresche Leitsatz dargelegt. Beobachtungen und Schlussfolgerungen runden die Arbeit ab.



Petrol şi Gaze, **24**. nr. 11, 1973, p 676
D. K. 532.546


P. Eftimescu, R. Brătianu: **Beiträge zur Qualitätsverbesserung des Pumpgestänges im Hinblick auf dessen differenzierte Anwendung unter verschiedenen Betriebsbedingungen .III. Auf die Herstellung zurückzuführende Ausmittigkeit des Gestänges**


In eingehender Weise wird die Auswirkung der Ausmittigkeit der Gestängespreize zur Gestängeachse analysiert, die auf die Herstellung — Stanzen des ausgestauchten Teils oder Gewindeschneiden der Spreize — zurückzuführen ist. Es werden das Ermittlungsverfahren des zulässigen Maximalwerts der Koaxilität beschrieben und die Ergebnisse dargelegt, die durch Labor-und Betriebsteste erzielt wurden. Die Arbeit stellt einen bedeutenden Beitrag zur Erläuterung zahlreicher Brüche des Pumpgestänges in unmittelbarer Nähe der Spreize, für die keine Erklärung gefunden wird, dar.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p. 679
D.K. 622.276.53


I. Creţu: **Kriterien der rationellen Nutzung der Wasserkraft beim Sondenbohren**


Das Kriterium der Wasserkraft am Meissel und der hydraulischen Kollision wurden anhand von drei Fällen eines möglichen Verhaltens der hydraulischen Parameter beim Niederbringen einer Sonde bestimmt. Diese Kriterien der rationellen Nutzung der Wasserkraft bei der Bohrung werden für die Erarbeitung des hydraulischen Programms einer Bohrsonde angewandt. Zwei Beispiele der nummerischen Berechnung veranschaulichen die Bestimmungsweise des hydraulischen Programms einer Bohrsonde auf analytischem Weg und aufgrund des Kriteriums der Wasserkraft am Meissel oder der hydraulischen Kollision.



Petrol şi Gatze 24, nr. 11, 1973, p. 785
D.K. 622.24:532.5


M. Metsch: **Festlegung der Ursachen bei Arbeitsunfällen**


Anhand von zwei Beispielen der Ursachenermittlung zweier Arbeitsunfälle, werden die, in der Fachliteratur angeführten Feststellungen bestätigt, dass im allgemeinen mehrere Faktoren an der Verursachung eines Arbeitsunfalls mitverantwortlich sind. Es werden Vorschläge fur eine diesbezügliche Untersuchung der Arbeitsunfälle unterbreitet.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p. 698
D,K, 614.8

# SOMMAIRE


D. PARASCHIV. M. CRISTIAN

**Au sujet des particularités du régime géothermique dans le nord-est de la Dépression Pannonienne** 655

I. ANA, M. MIHUŢ

**Considérations sur la stabilité des fluides de forage** 661

GR. TATU

**La corrélation du régime mécanique de dislocation avec celui hydraulique au forage des sondes en utilisant des trépans à rouleaux** 669

D. ŞTEEĂNESCU

**Matériaux granulaires pour l'imbibition des formations géologiques de grande perméabilité des sondes** 674

A. GEORGESCU

**Le théorème de Squire pour un mouvement dans un milieu poreux** 676

P. EFTIMESCU, R. BRĂIIANU

**Contributions à l'amélioration de la qualité des tiges de pompage en vue de diversifier l'utilisation de celles-ci dans différentes conditions d'exploitation. III. L'excentricité des tiges résultées de la fabrication** 679

I. CREŢU:

**Critères concernant l'utilisation rationnelle de la puissance hydraulique au forage d'une sonde** 685

I. PRECUP, I. BURICATU, D. GRIGORIU

**Certains aspects liés aux limitations imposées par l'extraction au reflux d'extrait ayant une composition différente de celui de l'extrait fini. II. Etablissement de la méthode de calcul** 694

M. METSCH

**Etablissement des causes des accidents de travail** 698

S. GIPP

**D'une collaboration fructueuse aspects** 701


D. Paraschiv, M. Cristian: **Au sujet des particularités du régime géothermique dans le nord-est de la Dépression Pannonienne**


Le secteur roumain de la Dépression Pannonienne, situé au nord du parallèle de la ville L'Oradea est caractérisé par des gradients de temperature élevés. La température la plus élevée est de 186°C à la profondeur de 3178 mètres.

Le gradient géothermique varie entre 6,65 et $4{,}30^{10-2}$ °C, le degré géothermique entre 15 et 23,8 m/°C, la conductibilité thermique entre 0,0039 et 0,0042 Kcal/cm sec°C, tandis que le flux thermique a des valeurs comprises entre 2,21 et $2{,}39^{10-6}$ cal/cm² sec.

Les gradients de température augmentent du sud-est vers le nord-ouest. Sur ce fond de croissance, on obsrve de nombreuses anomalies positives et négatives qui correspondent aux éléments morphostructuraux du fondement métamorphosé.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 11, 1973, p. 655
C.D. 550,361.2


A. Georgescu: **Le théorème de Squire pour un mouvement dans un milieu poreux**


Après quelques considérations introductives sur la théorie de la stabilité hydrodynamique en milieux poreux, pour un mouvement quasi-stable à densité stratifiée dans un milieu poreux saturé, on détermine la relation entre les caractéristiques de stabilité correspondant aux perturbations bi et tridimensionnelles, démontrant ainsi le théorème dit de Squire. La partie finale de l'étude contient quelques observations et conclusions.



Petrol şi Gaze. **24**, nr. 11, 1973, p. 676
C.D. 532.546


P. Eftimescu, R. Brătianu: **Contributions à l'amélioration de la qualité des tiges de pompage en vue de diversifier l'utilisation de celles-ci dans différentes conditions d'exploitation. III. L'excentricité des tiges résultées de la fabrication**


On analyse de façon détaillée l'effet de l'excentricité du bout de la tige de pompage par rapport à l'axe de la tige, provenant de la fabrication, à l'estampage de la partie refoulée ou au filetage du bout.

On décrit la méthode utilisée pour établir la valeur maximum admise de l'écart par rapport à la coaxialité, ainsi que les résultats obtenus lors des essais de laboratoire et dans la pratique.

L'étude représente une importante contribution à l'interprétation de certaines ruptures fréquentes non explicables de tiges de pompage tout près du bout.



Petrol şi Gaze, **24** nr. 11, 1973, p. 679
C.D. 622,276: 53


I. Creţu: **Critères concernant l'utilisation rationnelle de la puissance hydraulique au forage d'une sonde**


On présente le critère de la puissance hydraulique au trépan et celui de l'impact hydraulique, définis en précisant trois cas de comportement possible des paramètres hydrauliques au forage d'une sonde.

Ces critères d'utilisation rationnelle de la puissance hydraulique au forage sont utilisés pour élaborer le programme hydraulique d'une sonde de forage.

Deux exemples de calcul numérique illustrent le mode d'établier par voie analytique le programme hydraulique d'une sonde de forage, basé sur le critère de la puissance hydraulique au trépan ou sur celui de l'impact hydraulique.



Petrol şi Gaze **24**, nr. 11, 1973. p. 685
C.D. 622.24: 532.5


M. Metsch: **Etablissement des causes des accidents de travail**


Il est confirmé par deux exemples concernant les causes des accidents de travail, les constatations publiées dans la littérature de spécialité, qu'il existe généralement plusieurs causes qui font que se produisent des accidents de travail. Compte tenu de cela, on fait des propositions relatives aux études sur les accidents de travail.



Petrol şi Gaze. **24**, nr. 11, 1973, p. 699
C.D. 614.8

# Asupra particularităților regimului geotermic în nord-estul Depresiunii panonice

D. Paraschiv și M. Cristian

Regiunea la care se referă prezentul articol este situată în partea de nord-vest a R. S. România, mai precis, la nord de rîul Crișul Repede. Din punct de vedere geologic, această regiune corespunde marginei nord-estice a Depresiunii panonice, caracterizată prin existența unui fundament metamorfozat, puternic erodat și a unei umpluturi sedimentare, în succesiuni diferite, în funcție de configurația reliefurilor îngropate și de adîncimea fundamentului.

În sectorul din nordul Oradiei, cu depozite pliocene și cuaternare la zi, succesiunea sedimentară aparține Triasicului, Cretacicului, Eocenului și Neogenului. Sporadic, au fost semnalate și formațiuni eruptive.Dacă depozitele mezozoice și paleogene au o distribuție foarte neuniformă, ca urmare a numeroaselor, și, pe alocuri, îndelungatelor faze de gliptogeneză prepliocene, Neogenul (Miocenul superior și Pliocenul) acoperă, transgresiv, formațiunile mai vechi, așezîndu-se peste diferiți termeni stratigrafici, uneori chiar peste șisturile cristaline.

Grosimea depozitelor mezozoice și terțiare este foarte variabilă, respectiv de la cîțiva metri și pînă la circa 4 000 m, depinzînd, de asemenea, de configurația și poziția fundamentului, ca și de apropierea sau depărtarea de marginea bazinului.

Prospecțiunile geologice efectuate și sondele săpate au arătat că cuvertura sedimentară mulează, în general, relieful și formele structurale ale fundamentului metamorfozat. Pe de altă parte, mișcările tectonice care au afectat atît unitățile structural-faciale înconjurătoare, cît și formațiunile depresiunii, au avut drept efect imprimarea unui pronunțat caracter disjunctiv tectonicii acestui sector a depresiunii. În general, structurile puse în evidență, mai ales la nivelul Neogenului, par să se fi format prin tasarea, asociată și cu mișcarea diferită ca sens și ca intensitate a numeroaselor blocuri tectonice, care stau, de fapt, la originea reliefului preneogen.

Forajele din ultimii ani, amplasate la nord de Oradea, au permis înregistrarea unui număr însemnat de valori de temperatură. Dintre acestea, reține atenția temperatura din sonda Galoșpetreu și anume 186 °C la adîncimea de 3178 m. De altfel, la nord de Crișul Repede au fost puși în evidență cei mai ridicați gradienți de temperatură din România (Cristian et al, 1968).

Din volumul informațiilor furnizate de sondele săpate, au fost prelucrate peste 700 măsurători de temperatură, înregistrate în regim stabilizat și nestabilizat, cu termometre maximale cu mercur sau cu termometre electrice, tip P.G.A.C. Măsurătorile în regim nestabilizat s-au efectuat în timpul forajului sondelor, pe cînd înregistrările în regim nestabilizat s-au efectuat în timpul probelor de producție, uneori la cîteva luni după tubaj și cimentare, fie înainte de perforare, fie la scurt timp după punerea sondelor în funcțiune. Scăderea presiunii de zăcămînt, în cazul măsurătorilor luate în considerare, a fost extrem de mică. Faptul că în numeroase sonde s-au obținut valori identice ale gradientului geotermic, indiferent dacă sondele au debitat țiței, gaz-condensat, gaze sau apă) întărește confienta în datele de temperatură obținute.

În tabela 1, care urmează, se redau valorile de temperatură măsurate la aceeași sondă și la aceeași adîncime, comparativ, în regim stabilizat și nestabilizat.

TABELA 1

| Sonda nr. | Adîncimea de măsurare, m. | Temperat. nestabilizată, °C | Temperat. stabilizată, °C | Δ.t, °C |
|---|---|---|---|---|
| 4090 | 2719 | 107 | 134 | 27 |
| 4091 | 2800 | 125 | 141 | 16 |
| 4093 | 2650 | 106 | 130 | 24 |
| 4041 | 3178 | 158 | 186 | 28 |
| 4018 | 2100 | 103 | 120 | 17 |
| 4031 | 1750 | 91 | 113 | 22 |
| 4055 | 1800 | 92 | 113 | 21 |
| 4035 | 2668 | 131 | 157 | 26 |
| 4045 | 2410 | 115 | 142 | 27 |
| 4019 | 3500 | 153 | 163 | 10 |
| 4097 | 2300 | 107 | 126 | 19 |
| 4039 | 2500 | 117 | 127 | 10 |
| 4028 | 3300 | 119 | 167 | 48 |

Aceste date comparative servesc la stabilirea diferențelor de temperatură dintre regimul stabilizat și nestabilizat, specific fiecărei structuri sau regiuni în parte. Întrucît cea mai mare parte a valorilor de temperatură au fost înregistrate în regim nestabilizat, cunoașterea diferenței dintre cele două regimuri servește la estimarea temperaturii în regim stabilizat pentru elementele structurale în discuție.

Dispunînd de temperaturile diferențiale din tabela 1, s-a trecut la întocmirea tabelei 2,

TABELA 2

| Nr. crt. | Sonda nr. | Temp. nestab. la 2 000 m.s.n.m. °C | Corecția (conf. tabelei 1), °C | Temp. stabilizat, la 2 000 m. s.n.m., °C | Gradient geotermic, 10−2°C/m | Treapta geotermică, m/°C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 4017 | 115 | 28 | 143 | 6,65 | 15 |
| 2. | 4024 | 114 | 28 | 142 | 6,60 | 15,1 |
| 3. | 4027 | 106 | 26 | 132 | 6,10 | 16,4 |
| 4. | 4020 | 101 | 26 | 127 | 6,85 | 17 |
| 5. | 4041 | 114 | 28 | 142 | 6,60 | 15 |
| 6. | 4055 | 116 | 22 | 138 | 6,40 | 15,6 |
| 7. | 4056 | 104 | 21 | 125 | 5,75 | 17,4 |
| 8. | 4057 | 104 | 21 | 125 | 5,75 | 17,4 |
| 9. | 4031 | 104 | 21 | 125 | 5,75 | 17,4 |
| 10. | 4037 | 100 | 21 | 121 | 5,55 | 18,1 |
| 11. | 4058 | 96 | 21 | 117 | 5,35 | 18,7 |
| 12. | 4035 | 113 | 27 | 140 | 6,50 | 15,4 |
| 13. | 4044 | 112 | 27 | 139 | 6,45 | 15,5 |
| 14. | 4043 | 111 | 27 | 138 | 6,40 | 15,8 |
| 15. | 4045 | 110 | 26 | 136 | 6,30 | 15,9 |
| 16. | 4049 | 110 | 26 | 136 | 6,30 | 15,9 |
| 17. | 4046 | 106 | 26 | 132 | 6,09 | 16,4 |
| 18. | 4048 | 102 | 26 | 128 | 5,90 | 17 |
| 19. | 4054 | 100 | 26 | 126 | 5,80 | 17,2 |
| 20. | 4091 | 105 | 26 | 131 | 6,05 | 16,5 |
| 21. | 4092 | 100 | 26 | 126 | 5,80 | 17,2 |
| 22. | 4090 | 97 | 25 | 122 | 5,60 | 17,8 |
| 23. | 4093 | 96 | 25 | 121 | 5,55 | 18 |
| 24. | 454 | 95 | 25 | 120 | 5,50 | 18,2 |
| 25. | 4028 | 89 | 15 | 104 | 4,70 | 21,4 |
| 26. | 4097 | 118 | 19 | 137 | 6,35 | 15,7 |
| 27. | 4096 | 114 | 19 | 133 | 6,15 | 16,2 |
| 28. | 4014 | 106 | 17 | 123 | 5,65 | 17,7 |
| 29. | 4050 | 105 | 17 | 122 | 5,60 | 17,8 |
| 30. | 4026 | 101 | 16 | 117 | 5,35 | 18,7 |
| 31. | 4025 | 98 | 16 | 114 | 5,20 | 19,2 |
| 32. | 4039 | 106 | 15 | 121 | 5,55 | 18 |
| 33. | 1021 | 105 | 15 | 120 | 5,50 | 18,2 |
| 34. | 4038 | 100 | 14 | 114 | 5,20 | 19,2 |
| 35. | 4040 | 100 | 14 | 114 | 5,20 | 19,2 |
| 36. | 4022 | 88 | 10 | 98 | 4,30 | 23,8 |
| 37. | 4023 | 94 | 10 | 104 | 4,70 | 21,2 |
| 38. | 4021 | 112 | 18 | 130 | 6,00 | 16,7 |
| 39. | 4022 | 110 | 18 | 128 | 5,90 | 17 |
| 40. | 4010 | 110 | 18 | 128 | 5,90 | 17 |
| 41. | 4018 | 103 | 16 | 119 | 5,45 | 18,4 |
| 42. | 4009 | 100 | 16 | 116 | 5,80 | 18,9 |
| 43. | 4019 | 100 | 16 | 116 | 5,80 | 18,9 |

unde sînt prezentate temperaturi nestabilizate, stabilizate (măsurate și estimate), gradienți geotermici și trepte geotermice la adîncimea de 2 000 m s.n.m., pentru o parte din sondele săpate în sectorul nord-estic al Depresiunii panonice.

Pentru calculul gradienților geotermici s-a folosit relația :

$$\text{grad. } t = \frac{t_2 - t_1}{h_2 - h_1}, \quad °C/m \qquad (1)$$

în care $t_2$ și $t_1$ corespund temperaturilor măsurate la adîncimile $h_2$ și $h_1$. Pentru $t_2$ s-a luat valoarea temperaturii la adîncimea de 2000 m s.n.m., determinată pe diagrama temperatură-adîncime construită pentru fiecare sondă studiată. Pentru $t_1$ s-a considerat o valoare medie a temperaturii anuale la suprafața solului ($h_1 = 0$ m), egală cu 10 °C.

Pentru calculul treptei geotermice, s-a folosit relația :

$$\text{treapta geotermică} = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1}, \quad m/°C \qquad (2)$$

în care $h_1$, $h_2$, $t_1$ și $t_2$ au aceeași semnificație și valoare ca și în relația (1).

Cu elementele arătate în tabela 2 s-au construit două hărți cu izogeoterme la nivelul izobatic de 2 000 m, una pentru valori nestabilizate (fig. 1), cealaltă, pentru valori stabilizate (fig. 2). S-a apreciat oportună întocmirea a două hărți cu izogeoterme, dat fiind faptul că în activitatea de cercetare cu sonde, operatorii vor fi nevoiți să rezolve probleme distincte :

— într-o primă etapă — forajul, tubarea și cimentarea sondelor, care se vor executa în regim termic nestabilizat ;

— în a doua fază — punerea în producție, stimularea și exploatarea, operațiuni ce se vor efectua în regim termic stabilizat.

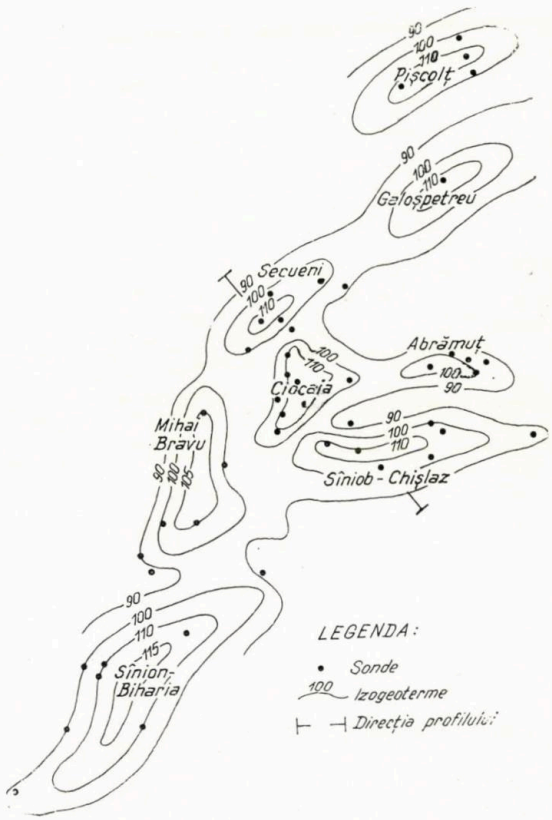



Fig. 1. Harta cu izogeoterme la 2 000 m.s.n.m, (valori nestabilizate).

Hărțile cu izogeoterme au pus în evidență numeroase anomalii, a căror semnificație geologică va fi discutată către sfîrșitul acestui articol. Începînd de la nord către sud, anomaliile din zona studiată sînt următoarele :

1. Anomalia Pişcolţ, orientată pe direcţia NE—SV.

2. Anomalia Galoşpetreu, pusă în evidenţă de către o singură sondă (4041), la care s-a

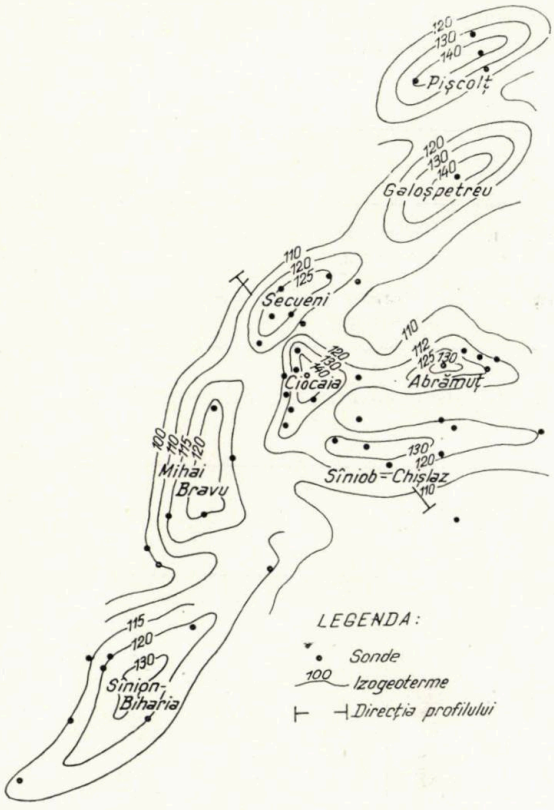



Fig. 2. Harta cu izogeoterme la 2 000 m.s.n.m. (valori stabilizate).

înregistrat cea mai ridicată temperatură din ţara noastră. Direcţia anomaliei, aşa cum figurează ea pe hărţile anexate, mai poate suferi modificări.

3. Anomalia Secueni se situează în prelungirea celei de la Galoşpetreu şi este cert separată de anomalia Ciocaia printr-o zonă de minim geotermic.

4. Anomalia Ciocaia se deosebeşte de celelalte zone de maxim geotermic amintite, prin orientarea ei N—S.

5. Anomalia Mihai Bravu, bine individualizată, se caracterizează şi ea printr-o direcţie predominant nord-sud.

6. Anomalia Abrămuţ este slab exprimată şi are valori de fond caracteristice, în general, zonelor de minim geotermic.

7. Anomalia Sînlob-Chişlaz ca şi cea de la Abrămuţ, este orientată, aproximativ E—V şi separată, sigur, de anomalia Ciocaia.

8. Anomalia Sînlob-Biharia revine la direcţia NE—SV.

Valorile medii ale temperaturilor stabilizate la adîncimea de 2 000 m s.n.m. din zona nord-estică a Depresiunii panonice diferă considerabil faţă de valorile înregistrate în alte unităţi structurale majore din România, aşa cum se poate constata din tabela 3.

TABELA 3

| Nr. crt. | Unitatea geologică | Nr. de structuri studiate | Nr. măsurători de temp. prelucrate | Temp. la 2 000 m.s.n.m. |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Depres. panonică (zona nordică) | 7 | 700 | 127 |
| 2. | Depres. Maramureş | 1 | 7 | 80 |
| 3. | Depres. Transilvaniei | 11 | 95 | 73 |
| 4. | Zona flişului | 11 | 265 | 65 |
| 5. | Avanfosa mio-pliocenă | 29 | 1115 | 72 |
| 6. | Platf. moesică (zona vestică) | 16 | 318 | 91 |
| 7. | Platf. moesică (zona estică) | 10 | 63 | 59 |
| 8. | Platf. moldovenească | 2 | 19 | 74 |

Comparînd datele din acest tabel, rezultă că sectorul nord-estic al Depresiunii panonice prezintă temperaturi ale căror valori ajung să depăşească de două ori pe cele din estul Platformei moesice.

Anomalii geotermice de genul celor identificate la nord de Oradea au fost semnalate şi pe teritoriul maghiar al Depresiunii panonice. Utilizînd elemente publicate de Boldizsar (1966) cu privire la regimul geotermic din Ungaria, a fost elaborată o schiţă cu izotrepte geotermice (fig. 3), din care se poate deduce distribuţia anomaliilor geotermice, de-o parte şi de alta a frontierei româno-maghiare. La construirea schiţei redate în figura 3, în afara datelor lui Boldizsar, s-au avut în vedere şi valorile medii ale gradienţilor geotermici şi a treptelor geotermice de pe şapte structuri din sectorul nord-estic (românesc) al Depresiunii panonice. Aceste valori figurează în tabela 4.

TABELA 4

| Nr. crt. | Structura | Gradient geoterm. mediu 10—2°C/m | Treapta geotermică medie, m°C |
|---|---|---|---|
| 1. | Galoşpetreu | 6,60 | 15,2 |
| 2. | Secueni | 5,75 | 17,4 |
| 3. | Ciocaia | 6,20 | 16,1 |
| 4. | Abrămuţ | 5,50 | 18 8 |
| 5. | Sînlob | 5,70 | 17,5 |
| 6. | Mihai Bravu | 5,35 | 18,7 |
| 7. | Sînion | 6,65 | 17,7 |

Pe lîngă gradienţii şi treptele geotermice, din literatura publicată în Ungaria (Boldizsar, 1966) s-au mai utilizat valorile de conductibilitate termică determinate pe carotele provenite de pe structurile Hajduszoboszlo, Kaba şi Lakitelek, carote comparabile, din punct de vedere litologic, cu cele extrase din sondele amplasate pe teritoriul ţării noastre. În plus,

ţinînd seama de similitudinea regimului geotermic de-o parte şi de alta a teritoriului, s-a calculat valoarea fluxului geotermic pe structurile Borş, Chişlaz, Abrămuţ şi Secueni.

Pentru calcul, s-a adoptat formula:

$$Q \frac{\Delta t}{\frac{\varepsilon h}{k}} \qquad (3)$$

în care:

$\Delta t$ este diferenţa dintre temperatura rocii in situ, măsurată la talpa sondei şi temperatura măsurată la suprafaţă;

$\varepsilon h$ — grosimea medie a rocilor din profilul studiat, m;

$k$ — conductibilitatea medie a rocii din profil, cal/cm, sec°C.

În ceea ce priveşte temperatura anuală medie, la suprafaţă, s-a acceptat valoarea de 10°C.

Datele de conductibilitate termică a rocilor, folosite în calcul, sînt prezentate în tabela 5.

TABELA 5

| Vîrsta formaţiunii | Descrierea litologică | Nr. de eşantioane | Conductib. medie, k cal/cm, s°C |
|---|---|---|---|
| Panonian superior | Nisipuri, marne nisipoase şi calcaroase | 13 | 0,0039 |
| Panonian inferior | Marne, argile şi argile nisipoase | 2 | 0,0042 |

Rezultatele calculelor sînt redate în tabela 6

TABELA 6

| Structura | Sonda nr. | Formaţiunea geologică | Grosimea h, m | Conductib. medie. K, cal/cm, sec°C | $10^6 h/k$ cm²/sec. °C/cal | Δt·°C | Fluxul termic $Q, 10^{-6}$ cal/cm² sec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Borş | 4009 | Panon. sup. | 614 | 0,0039 | 15,74 | 87 | 2,24 |
| | | Panon. inf. | 970 | 0,0042 | 23,09 | | |
| | | | $\Sigma h = 1584$ | — | $\Sigma h/k = 38,83$ | | |
| | 4010 | Panon. sup. | 564 | 0,0039 | 14,46 | 96 | 2,28 |
| | | Panon. inf. | 1176 | 0,0042 | 28 | | |
| | | | $\Sigma h = 1740$ | — | $\Sigma h/k = 42,46$ | | |
| | 1022 | Panon. sup. | 546 | 0,0039 | 14 | 62 | 2,28 |
| | | Panon. inf. | 574 | 0,0042 | 13,66 | | |
| | | | $\Sigma h = 1120$ | — | $\Sigma h/k = 27,66$ | | |
| Chişlaz | 4026 | Panon. sup. | 1120 | 0,0039 | 28,7 | 102 | 2,33 |
| | | Panon. inf. | 637 | 0,0042 | 15,1 | | |
| | | | $\Sigma h = 1757$ | — | $\Sigma h/k = 43,8$ | | |
| Abrămuţ | 4090 | Panon. sup. | 1560 | 0,0039 | 40 | 128 | 2,27 |
| | | Panon. inf. | 690 | 0,0042 | 16,43 | | |
| | | | $\Sigma h = 2250$ | — | $\Sigma h/k = 56,43$ | | |
| | 4091 | Panon. sup. | 1448 | 0,0039 | 37 | 128 | 2,39 |
| | | Panon. inf. | 690 | 0,0042 | 16,43 | | |
| | | | $\Sigma h = 2138$ | — | $\Sigma h/k = 53,43$ | | |
| Secueni | 4058 | Panon. sup. | 1450 | 0,0039 | 37,1 | 130 | 2,21 |
| | | Panon. inf. | 912 | 0,0042 | 21,7 | | |
| | | | $\Sigma h = 2362$ | — | $\Sigma h/k = 58,8$ | | |

Examinînd tabela 6, se constată că fluxul termic are valori cuprinse între 2,21 și $2{,}39 \cdot 10^{-6}$ cal, cm² sec. Valoarea medie a fluxului termic este de $2{,}29 \cdot 10^{-6}$ cal.cm²sec, în concordanță cu valorile găsite de Boldizsar (1966) în sectorul maghiar al Depresiunii panonice.

În același timp, s-a procedat și la calculul conductibilității termice echivalente a rocilor, utilizîndu-se relația :

$$Ke = \frac{Q}{\text{grad } t}$$

Rezultatele obținute sînt înscrise în tabela 7.

TABELA 7

| Sonda nr. | Gradient geotermic, $10^{-4}$ °C/cm | Fluxul termic Q, $10^{-6}$ cal/cm²sec | Conductibilitatea termică echivalentă Ke, c.g.s. |
|---|---|---|---|
| 4099 | 5,5 | 2,24 | 0,00407 |
| 4010 | 5,5 | 2,28 | 0,00414 |
| 1022 | 5,5 | 2,28 | 0,00414 |
| 4026 | 5,8 | 2,33 | 0,00396 |
| 4090 | 5,7 | 2,27 | 0,00398 |
| 4091 | 5,7 | 2,39 | 0,00419 |
| 4058 | 5,5 | 2,21 | 0,00402 |

Diferențele mici dintre conductibilitățile termice echivalente, determinate pe diferite structuri, reprezintă un indiciu că valorile medii luate în calcul sînt bune. Aceste diferențe se explică prin variația de grosime a Panonianului superior față de Panonianul inferior.

Gradienții și treptele geotermice, fluxul termic și conductibilitatea termică au fost determinate pe bază de foraje, aceleași care au permis stabilirea succesiunii stratigrafice și verificarea tectonicii formațiunilor ce alcătuiesc Depresiunea panonică, la nord de Crișul Repede.

Din analiza datelor primare și a celor patru figuri anexate textului, se ajunge la următoarele concluzii mai importante :

Zona de la nord de Oradea, ca și întreaga Depresiune panonică, de altfel se caracterizează prin gradienți de temperatură mai mari, compartiv cu celelalte unități structurale majore din România. Acest fenomen se datorește, probabil, reducerii grosimii scoarței, suprafața Mohorovicić urcînd aici pînă la 24 — 25 km adîncime.

Luînd în considerare și o parte a teritoriului maghiar, treapta geotermică se reduce (gradienții cresc) din dreptul Crișului Negru către nord-vest, în direcția orașului Debrecen (fig.3).

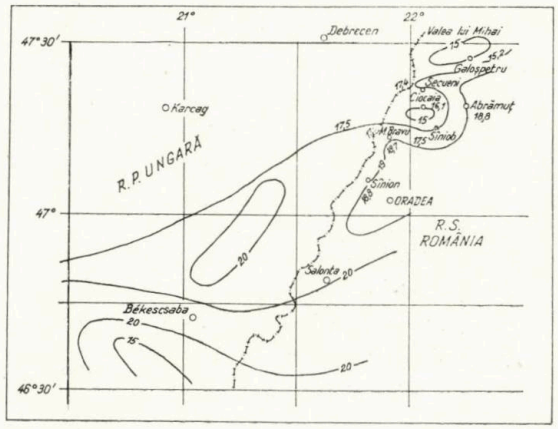



Fig. 3. Schița cu izotrepte geotermice în Bazinul Panonic (parțial după T. Boldizsar) Scara 1 :1 000 000

Pe fondul general de creștere a gradientului, de la sud-est către nord-vest, se constată numeroase anomalii locale (fig. 1 și 2), în orientarea cărora predomină două direcții : una nord-est-sud-vest, mai mult sau mai puțin paralelă marginei Munților Apuseni, cealaltă est-vest, practic perpendiculară pe prima direcție. Ținînd seama de datele geologice din aflorimentele cunoscute mai la est de regiunea care face obiectul prezentului articol, cît și de informațiile furnizate de prospecțiunile geofizice și de foraje, cele două direcții ale anomaliilor geotermice sînt imprimate de accidente tectonice de adîncime, de-a lungul cărora blocurile tectonice au înregistrat mișcări, pe verticală, de sens și intensitate diferită, influențînd evoluția Depresiunii panonice în Mezozoic și Cainozoic.

Profilul geologic, însoțit de cel geotermic, ambele întocmite pe baza acelorași sonde (fig. 4), evidențiază faptul că anomaliile geotermice pozitive se suprapun blocurilor tectonice ridicate, respectiv zonelor unde fundamentul metamorfozat formează un paleorelief pozitiv. Anomaliile negative corespund sectoarelor în care fundamentul de șisturi cristaline se afundă (blocuri scufundate). Figura 4 mai sugerează faptul că paleorelieful Depresiunii panonice a fost în bună parte influențat de tectonica disjunctivă și că Miocenul superior și Pliocenul formează ușoare structuri de tasare.

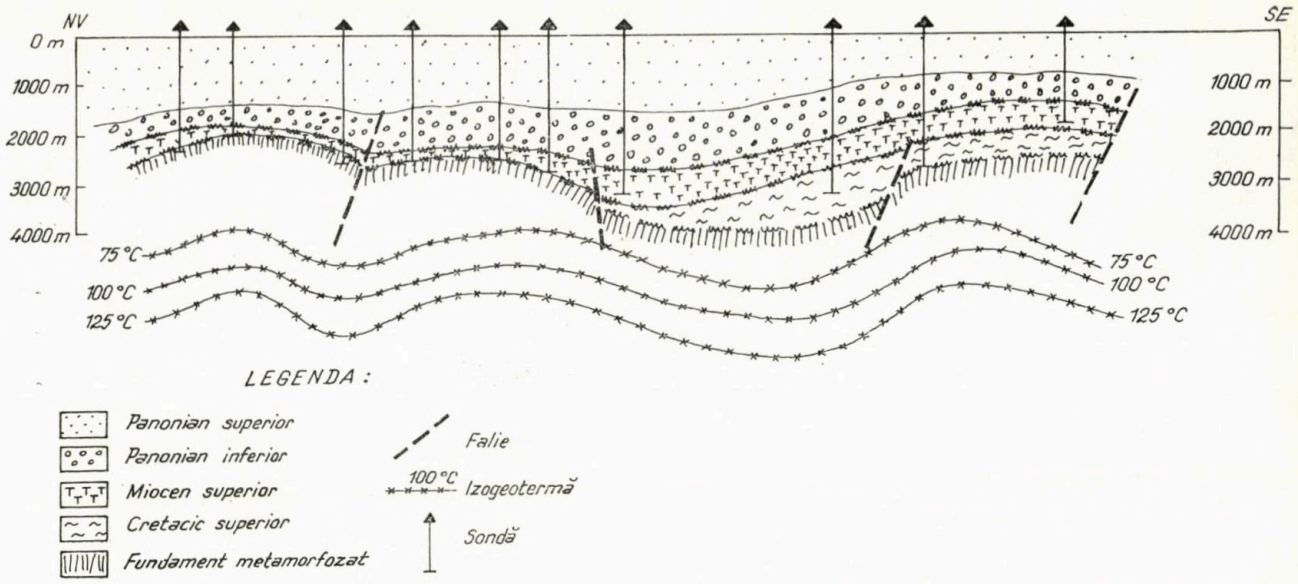



Fig. 4. Profil geologic și geotermic în Depresiunea panonică. Scara 1 : 100 000.

BIBLIOGRAFIE


1. Boldizsar, T. Heat flow in the natural gas field of Hajduszoboslá, Pure and applid geophysics (Pageoph), 64 II, 1966 p. 121—125, Budapesta.

2. Boldizsar, T. Geothermal chart of Hungary and the Vienna Basin. Sc. 1 :500.000, 1968.

3. Cristian, M., Dogaru, L., Mocuța, Șt. Cu privire la variația temperaturii rocilor din principalele provincii petro-gazeifere din R.S.R. Petrol și gaze nr. 9, 1968, p. 522—527.

4. Ichim, Tr., Zaharescu, P., Popa Maria, Boșoancă Georgeta, Șerbănă Olga, Palade, Gh., Trifulescu Cornelia, Marinescu, M. și Galeș, M. Studiul geologic complex al Depresiunii panonice, 1971, 176 p. + 92 anexe, Arhiva MMPG, București.

5. Kertay, Gy. Geology of the Pannonicum; Guide to excursion 42 C Hungary, Int. Geol. Congress, XXIII rd. Session (Prague), 1968, 58 p., Budapest.

6. Pricăjan, A. Apele minerale și termale din România, București, 1972, p. 296.

7. Vasilescu, G. și Nechiti, G. Geologia și hidrogeologia zonei Oradea, Bul. soc. șt. Geol. din R.S.R., București, 1968, p. 291—308.

# CU PRIVIRE LA STABILITATEA FLUIDELOR DE FORAJ. II

I. Ana și M. Mihuț

Caracteristicile și comportarea complexă a fluidelor de foraj, depind, în primul rînd, de interacțiunile ce au loc la interfața sistemului argilă — apă.

Procesele de floculare, coagulare, agregare, peptizare etc., ce se produc adesea în fluidele de foraj — sisteme eterogene, polidisperse — sînt mult mai complexe decît cele semnalate în sistemele coloidale obișnuite.

Stabilitatea aparentă a fluidelor de foraj este atribuită, în general, caracteristicilor și dimensiunilor particulelor de argilă. Dintre argilele utilizate în mod curent pentru elaborarea fluidelor de foraj, cele mai importante sînt cele din grupa bentonitelor (montmorillonit, beidelit, nontronit, saponit) și, în special, montmorillonitul. Argilele bentonitice, caracterizate printr-o capacitate ridicată de a se exfolia în particule (foițe) extrem de subțiri, însă de lungimi și lățimi foarte mari, au o suprafață specifică ridicată (energie superficială liberă mare). Particulele (foițele) de montmorillonit (fig. 1), cu stratele de silice așezate unul în fața celuilalt, nu sînt legate în mod rigid, ci se desfac (se exfoliază) cu mare ușurință. Cu cît gradul de dispersie al particulelor de bentonită dintr-un sistem dat este mai ridicat, cu atît mai mare va fi și energia superficială liberă a sistemului.

## 1. Structura stratului dublu electric al particulelor de montmorillonit

### 1.1. *Stratul dublu electric pe fața particulei*

Așa cum rezultă din figurile 1 și 2, particula de bentonită tip montmorillonit este constituită din două strate de silice tetraedrice, în care atomii de oxigen se leagă la atomii de aluminiu sau magneziu ai unei rețele octaedrice.

Se cunoaște că, în rețeaua cristalină a montmorillonitului, s-au produs o serie de substituții izomorfe, adică a avut loc schimbarea cationilor cu valență mare $Si^{4+}$, $Al^{3+}$ etc., prin cationi cu valență mică, astfel ca : $Mg^{2+}$, $Zn^{2+}$, $Na^{+}$ și alții.

În consecință, fețele particulei montmorillonitice sînt deficitare în sarcini pozitive, ceea ce corespunde unui exces de sarcini negative, care se compensează prin adsorbția cationilor din mediul de dispersie. Această adsorbție a cationilor conduce la formarea pe fețele particulei a unui strat dublu electric negativ.

### 1.2. *Stratul dublu electric pe muchea particulei*

Particulele de bentonită tip montmorillonit, foițe extrem de lungi, se rup în timpul agitării, conducînd la formarea unor planuri de

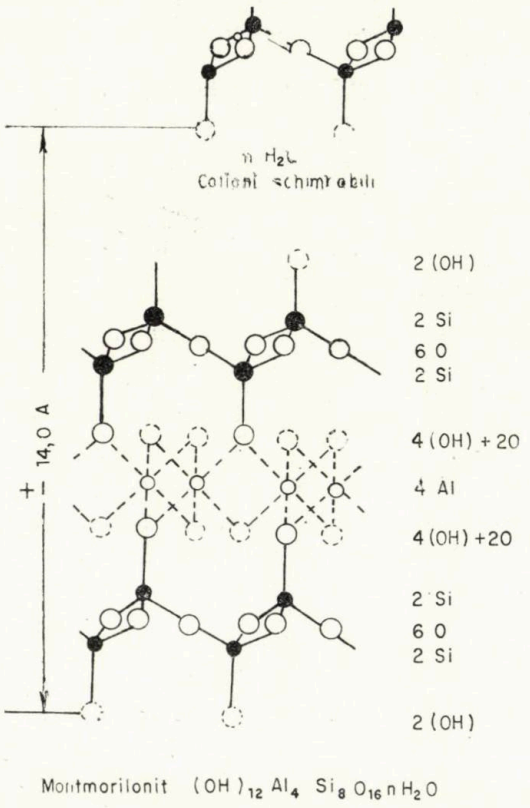



Fig. 1. Prezentarea schematică a montmorilonitului, după Edelmann și Favejee.

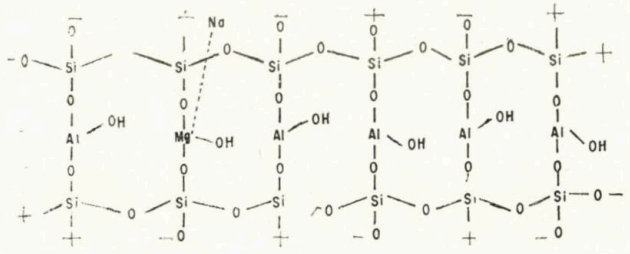



Fig. 2. Structura montmorilonitului, după Rogers.

fisură (muchea particulei), în care se găsesc distribuite centre cu sarcină electrică pozitivă.

Aceste centre constituie locuri de adsorbție specifică.

Prin adsorbția preferențială a ionilor negativi din mediul de dispersie, se formează pe muchea particulei un strat dublu electric pozitiv.

Conceptul dualității stratului dublu pe particulele de bentonită, unul pozitiv pe muche și altul negativ, pe fețe, permite interpretarea unor fenomene ce au loc în fluidul de foraj.

## 2. Natura legăturilor dintre particulele de bentonită

Particulele de bentonită se pot asocia [1], ca urmare a dualității stratului dublu, în trei moduri diferite (fig. 3): „muche la muche"; „față la față" și „muche la față".

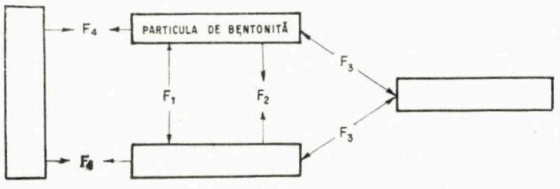



Fig. 3. Forțele ce apar între particulele de bentonită:

$F_1$ = forța de repulsie „față la față"; $F_2$ = forța de atracție „față la față"; $F_3$ = forța de repulsie „muchie la muchie"; $F_4$ = forța de atracție „muchie la față".

Asocierea „față la față" este un proces de „agregare", care conduce la formarea unor plăcuțe cu dimensiuni mari („agregate"). Procesul de desfacere a „agregatelor" este cunoscut sub numele de „dispersare" (se mai întîlnește și denumirea de „peptizare").

Asocierea „muchie la muchie" sau „muchie la față" reprezintă procesul de „floculare", prin care se formează o structură tridimensională care înglobează mediul de dispersie.

În suspensiile concentrate, cazul fluidelor de foraj, asociațiile „muchie la față" conduc la apariția proprietăților reologice, cunoscute sub numele de „gelație" și „limită de curgere". „Limita de curgere" și „gelația" vor fi proporționale cu numărul de astfel de asociații (legături) existente în unitatea de volum și cu tăria legăturilor individuale.

## 3. Relația dintre potențialul electrocinetic și comportarea reologică a fluidelor de foraj

Proprietățile reologice ale fluidelor de foraj (viscozitatea aparentă, viscozitatea plastică, gelația, limite de curgere) sînt determinate, în mod considerabil, de interacțiunea dintre particulele sistemului, respectiv de valoarea potențialului electrocinetic.

Studiile efectuate [2] au stabilit că între limita de curgere și potențialul electrocinetic există o relație de forma:

$$\tau_B = \frac{3C_v^2 Q_z}{\pi^2 \cdot a^3}\left[\frac{A}{48\pi d_0^2} - \frac{D_x}{4\pi}(1+tanh\, x\, d_0)\xi^2\right] \quad (1)$$

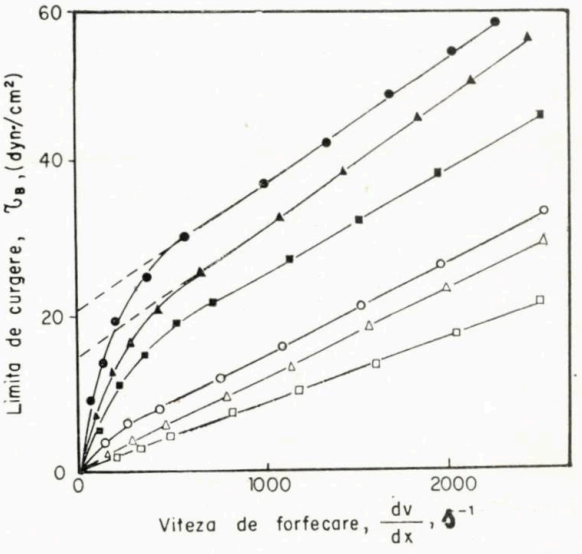



Fig. 4. Variația limitei de curgere funcție de viteza de forfecare pentru diferite valori ale potențialului electrocinetic:
● + 14,6 mV; ▲ + 21,6 mV; ■ + 29,3 mV; ○ + 35,9 mV; △ + 55,0 mV; □ + 50 mV.

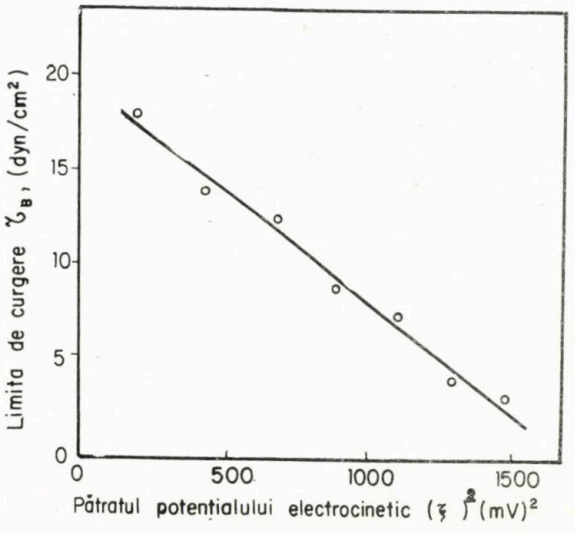



Fig. 5. Variația limitei de curgere, funcție de potențial electrocinetic, la viteză de forfecare constantă.

Aceasta arată că, pe măsură ce potențialul electrocinetic al particulelor crește în valoare absolută, limita de curgere se micșorează și

stabilitatea fluidului de foraj creşte. Stabilitatea maximă se obţine atunci cînd valoarea limitei de curgere tinde către zero.

Astfel, în figura 4 se prezintă variaţia limitei de curgere, funcţie de viteza de forfecare pentru diferite valori ale potenţialului electrocinetic, iar în figura 5, variaţia limitei de curgere, funcţie de potenţialul electrocinetic.

Pe de altă parte, s-a stabilit că suprapunerea stratelor dublu electrice ale particulelor de bentonită din fluidul de foraj — sistem polidispers — reduce potenţialul electrocinetic la o valoare mult mai mică decît în cazul particulelor cu aceeaşi capacitate de schimb cationic şi distribuţie de potenţial, aflate într-o suspensie diluată.

Aceasta arată că proprietăţile reologice ale fluidului de foraj depind, în mod considerabil, de concentraţia solidelor din sistemul respectiv şi că nu pot fi simplu relatate prin potenţialul electrocinetic al unei particule izolate.

A apărut astfel, necesitatea introducerii unei noi metode de investigare a proprietăţilor electrocinetice ale fluidului de foraj.

## 4. Dispozitiv pentru determinarea mobilităţii electroforetice

Dispozitivele utilizate, în mod curent, pentru determinarea mobilităţii electroforetice au la bază metoda microelectroforetică [3, 4] şi metoda suprafeţei mişcătoare („moving boundary") [5]. Aceste dispozitive nu pot fi aplicate cu succes, în cazul fluidelor de foraj — suspensii concentrate — unde concentraţia particulelor este, în general, mai mare de 10% greutate, deoarece :

Metoda microelectroforetică [6] impune ca viteza particulelor individuale să fie măsurată în camera de observare a microscopului, pe o anumită distanţă, care nu poate fi realizată, dacă suspensia este concentrată.

Metoda suprafeţei mişcătoare [7] impune ca suprafaţa de separare dintre cele două faze să fie perfectă, lucru ce se menţine foarte greu în timp. Pe de altă parte, tendinţa suprafeţei, de a difuza, este mult mai mare în cazul suspensiilor concentrate, ceea ce conduce la rezultate inexacte sau chiar la nereuşita determinării.

În încercările efectuate la I.C.P.T.G.-Cîmpina s-a folosit, pentru studierea influenţei *p*H-ului, concentraţiei particulelor, electroliţilor şi polielectroliţilor asupra proprietăţilor electrocinetice ale fluidelor de foraj, un dispozitiv bazat pe metoda „transportul de masă" [8], care permite determinarea precisă şi într-un timp redus a mobilităţii electroforetice a particulelor fluidului de foraj, fără să necesite o aparatură optică specială.

### 4.1. *Descrierea dispozitivului*

Dispozitivul electroforetic, prezentat în figura *6*, se compune, în principiu, din : celula electroforetică *5* şi circuitul electric exterior, alcătuit din sursa de curent continuu *1* [12 V—66 A.h], întrerupătorul *2*; rezistenţa cu cursor *3*, voltmetrul *4* [0,1—20 V] şi miliampermetrul *6* [0—500 mA].

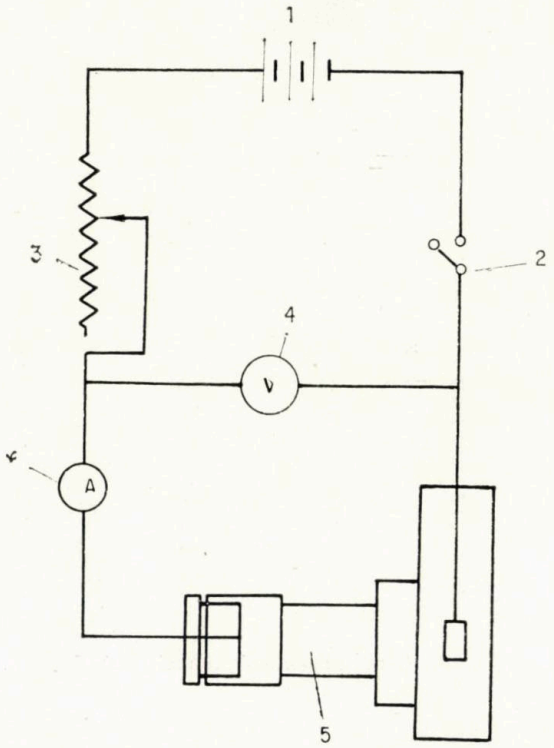



Fig. 6. Schema de principiu a dispozitivului electroforetic.

Celula electroforetică (fig. 7), confecţionată din material electroizolant (plexiglas), se compune din trei părţi principale : rezervorul *1*, tubul de migrare *2* şi camera de colectare *3*.

Rezervorul *1* de formă paralelipipedică este prevăzut la partea superioară cu capacul *7*, prin care trece un electrod la platină, iar pe una din feţele laterale conţine un racord *11* pentru tubul de migrare.

Tubul de migrare *2* se fixează prin filet în rezervorul *1* şi în camera colectoare *3*. Etanşarea tubului de migrare se realizează cu ajutorul inelelor tip O-ring *6*.

Camera colectoare se compune din corpul *3*, capacul *5*, în care se fixează electrodul *8* cu tija *9* şi inelul de etanşare *4*. Electrodul *8* se fixează în capacul *5* al camerei colectoare cu ajutorul unei răşini epoxidice.

Alegerea electrozilor a constituit o problemă deosebit de importantă. S-a stabilit că platina

reprezintă materialul cel mai indicat pentru utilizare în rezervorul de fluid. Pentru electrodul din camera colectoare, s-au efectuat încercări de stabilire a celui mai eficient material, astfel încît trecerea curentului electric să

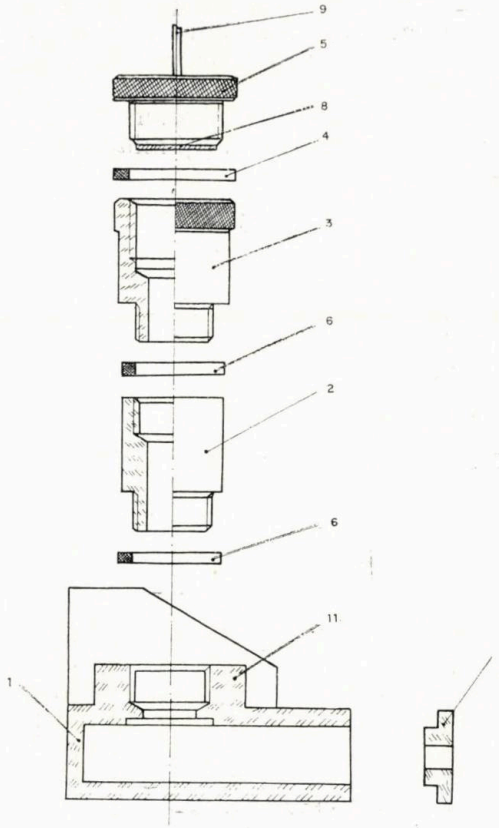



Fig. 7. Părţile componente ale celulei electroforetice.

fie însoţită de depunerea unui strat de particule pe toată suprafaţa electrodului, fără să se formeze bule de gaz. Pentru fluidele de foraj, s-a găsit ca satisfăcător electrodul de zinc electrolitic.

### 4.2. *Procedeul experimental*

Pentru determinarea mobilităţii electroforetice, cu ajutorul dispozitivului electroforetic prezentat, se procedează în felul următor:

Se umple camera colectoare cu fluid de foraj, se fixează opritorul temporar *12*, prevăzut cu un orificiu *13* de dimensiuni capilare (fig. 8) şi se cîntăreşte, la balanţă analitică, întregul ansamblu.

După cîntărire, opritorul se îndepărtează şi camera colectoare, ce conţine fluidul de foraj, se asamblează la celula electroforetică. Se umple tubul de migrare şi rezervorul cu fluid de foraj, după care se conectează celula electroforetică la circuitul electric exterior. Se aplică fluidului, timp de 10 minute, un gradient de potenţial bine definit, după care se demontează camera colectoare, se aşează opritorul temporar şi se cîntăreşte din nou, pentru a determina cantitatea de solide transportate.

În principiu, metoda constă în determinarea schimbării de greutate ce se produce în camera colectoare, ca urmare a deplasării particulelor, într-un interval de timp dat, sub un gradient de potenţial bine definit.

Cînd greutatea specifică a particulelor este diferită de cea a mediului de dispersie (greutăţi specifice mai mari de 2,000 kgf/dm³), atunci se iau în calcul şi valorile acestor greutăţi. Particulele fluidului de foraj au, în general, greutăţi specifice mai mari de 2,000 kgf/dm³. În acest caz, mobilitatea electroforetică se determină cu ajutorul relaţiei:

$$V_e = \left(\frac{\Delta W_e}{t}\right)\left(\frac{1}{\mathrm{ESM}}\right)\left(\frac{p_s}{p_s - p_w}\right)\left(\frac{1}{1 - \dfrac{M}{p_s}}\right) \qquad (2)$$

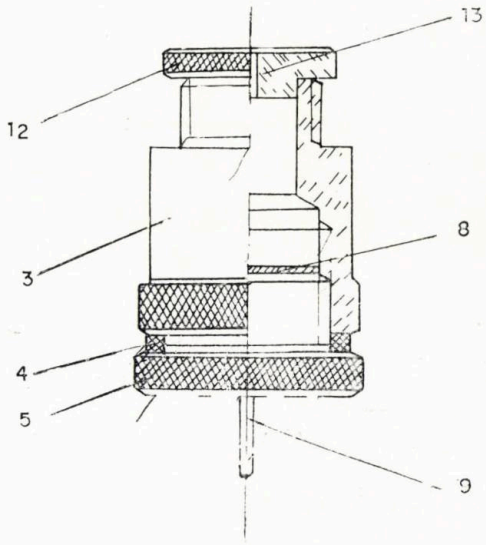



Fig. 8. Camera colectoare cu opritorul temporar.

### 4.3. *Rezultate şi discuţii*

Cercetările efectuate au avut drept scop stabilirea influenţei *p*H-ului, electroliţilor şi polielectroliţilor asupra mobilităţii electroforetice a particulelor fluidului de foraj. În acest sens, au fost folosite atît suspensii de bentonită, cît şi diferite tipuri de fluide de foraj. Studiile privind influenţa *p*H-ului au fost efectuate în domeniu alcalin (7,0—13,0), domeniu de utilizare a fluidelor de foraj.

Electroliţii folosiţi au fost selectaţi astfel încît să se reproducă cît mai fidel condiţiile de utilizare a fluidului de foraj. Astfel, s-au folosit clorura de sodiu şi clorura de calciu în con-

centrații de la 0,01 % pînă la 10 % și, respectiv, 0,01 pînă la 1,0 %.

Polielectrolitul examinat a fost poliacrilamida parțial hidrolizată, utilizată în mod curent la elaborarea fluidelor de foraj, în concentrații de la 0,01 pînă la 1,0 %.

În studiile efectuate, cîntăririle s-au făcut cu o precizie de ± 0,0010 g.

Mobilitatea electroforetică s-a determinat cu o precizie de $\pm 1{,}25 \cdot 10^{-4}$ ($cm.s^{-1}/v.cm^{-1}$).

Toate determinările s-au efectuat la temperatura de 25±1,0°C, în regim staționar, sub un gradient de potențial de 1,725±0,005 V/cm.

### 4.3.1. *Influența pH-ului asupra mobilității electroforetice*

Studiile efectuate au urmărit stabilirea domeniului de *p*H în care fluidul de foraj prezintă stabilitate maximă. În acest sens, s-au examinat mobilitatea electroforetică a particulelor și viscozitatea aparentă a unei suspensii de bentonită (fig. 9) și a unui fluid de foraj complex, cu greutatea specifică de 1,40 $kgf/dm^3$, obținut dintr-o suspensie de 8 % bentonită activată, tratată cu 1 % ferocromlignosulfonat, 0,25 % hidroxid de sodiu și 2 % carboximetilceluloză (fig. 10).

Se constată că mobilitatea electroforetică a particulelor suspensiei de bentonită crește inițial în valoare absolută cu *p*H-ul, atingînd

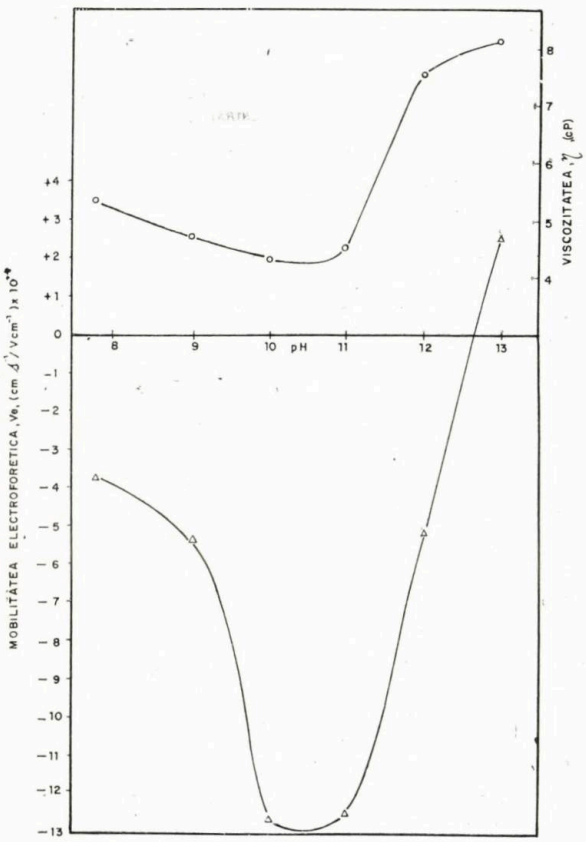



Fig. 9. Variația viscozității aparente (0) și a mobilității electroforetice (Δ) a unei suspensii de 5% bentonită activată, funcție de *p*H.

un maxim ($-12{,}96 \cdot 10^{-4}$ $cm \cdot s^{-1}/V.cm^{-1}$) corespunzător domeniului de *p*H 10—11, după care scade o dată cu creșterea *p*H-ului.

Mobilitatea electroforetică atinge valoarea zero (punctul izoelectric) în intervalul de *p*H 12—13, după care se înregistrează valori pozitive.

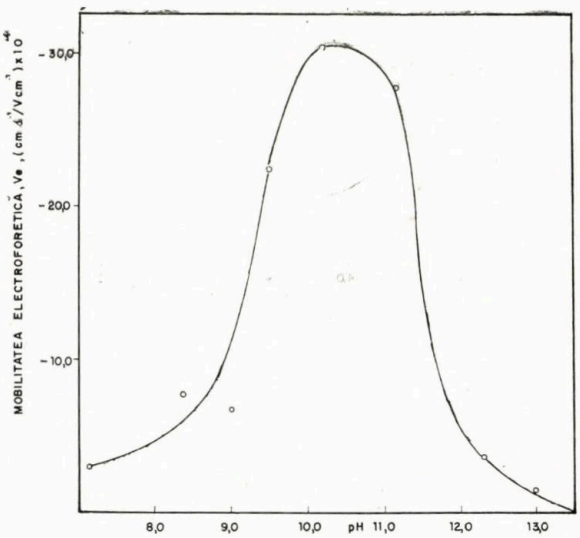



Fig. 10. Variația mobilității electroforetice, funcție de *p*H.

Corespunzător variației mobilității electroforetice cu *p*H-ul, se constată că viscozitatea suspensiei de bentonită scade, pînă la 4,25 cP, o dată cu creșterea *p*H-ului, pînă la valoarea acestuia de 10,5, după care crește, în mod continuu, atingînd la *p*H-ul 13 valoarea maximă (8,25 cP).

Rezultă că în domeniul de *p*H 10—11, forțele de repulsie dintre particulele suspensiei ating valoarea maximă, conferind astfel sistemului stabilitate ridicată. La valori ale *p*H-ului mai mari de 11, forțele de repulsie se reduc, ca urmare a comprimării stratului dublu electric, permițînd asocierea particulelor sub forma „muchie la muchie" și „muchie la față". Stabilitatea suspensiei în acest interval este minimă.

Rezultate similare s-au obținut și în cazul fluidelor de foraj complexe.

Se constată că stabilitatea fluidelor de foraj complexe este maximă în domeniul de *p*H 10—11, rezultat confirmat și de măsurătorile reologico-coloidale.

Rezultatele obținute sînt în concordanță cu datele prezentate de M a t i j e v i c și colaboratorii săi [9].

### 4.3.2. *Influența concentrației electrolitului asupra mobilității electroforetice*

Efectele creșterii concentrației ionilor de sodiu și de calciu asupra viscozității și mobilității electroforetice a suspensiilor de bentonită

activată (8,3 %) sînt prezentate în figurile 11 şi 12.

Se constată că adiţia clorurii de sodiu şi a clorurii de calciu conduce, iniţial, la creşterea

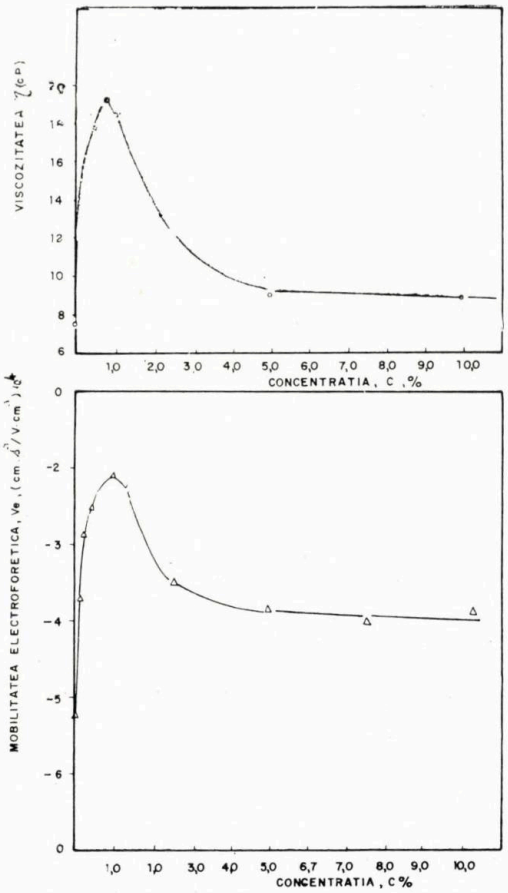



Fig. 11. Variaţia viscozităţii (0) şi a mobilităţii electroforetice (Δ) a unei suspensii de bentonită (8,3 %), funcţie de concentraţia clorurii de sodiu.

viscozităţii şi la reducerea, în valoare absolută, a mobilităţii electroforetice, atingînd un maxim şi respectiv un minim în jurul concentraţiei de 1,0 % şi, respectiv, 0,1 ; adiţia în continuare, pînă la 2,5 % şi, respectiv, 0,25 %, conduce la micşorarea viscozităţii şi la creşterea, în valoare absolută, a mobilităţii electroforetice. La concentraţii mai mari de 2,5 % şi, respectiv, 0,25 % viscozitatea şi mobilitatea electroforetică rămîn, practic, constante.

Aceasta se explică prin aceea că, o dată cu creşterea concentraţiei electrolitului (pînă la 1,0 % şi respectiv 0,1 %), stratele dublu de pe ambele suprafeţe — faţă şi muchie — sînt comprimate, contraionii sînt deplasaţi în stratul Stern şi sarcina efectivă, care determină repulsia electrostatică dintre particule, se reduc, facilitînd astfel atracţia dintre particule.

Creşterea în valoare absolută a mobilităţii electroforetice şi reducerea viscozităţii, ca urmare a creşterii în continuare a concentraţiei de electrolit, se interpretează prin micşorarea considerabilă a forţelor de atracţie tip „faţă — muchie" şi creşterea forţelor de repulsie dintre particule, ca urmare a pătrunderii unui număr ridicat de contraioni în stratul Stern.

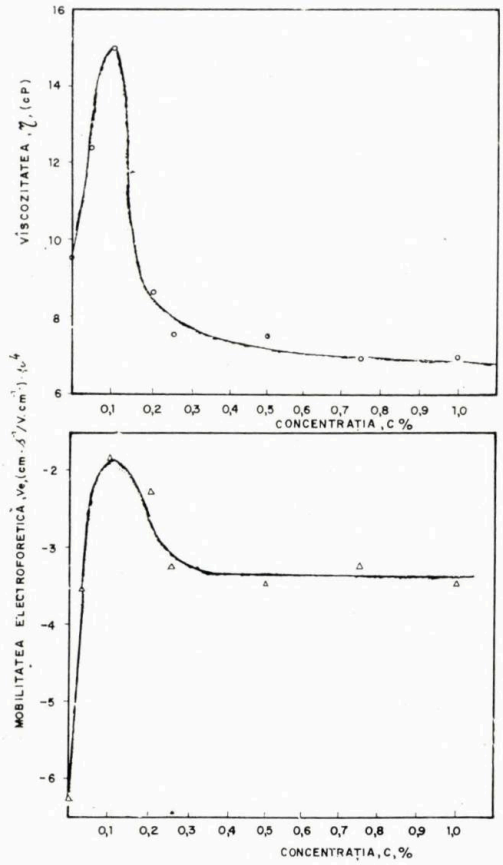



Fig. 12. Variaţia viscozităţii (0) şi a mobilităţii electroforetice (Δ) a unei suspensii de bentonită (8,3 %), funcţie de concentraţia clorurii de calciu.

### 4.3.3. *Efectul polielectrolitului asupra mobilităţii electroforetice*

Cercetările efectuate au avut drept scop evaluarea modului şi capacităţii de acţiune a soluţiilor apoase de polielectroliţi asupra stabilităţii suspensiilor de bentonită.

S-au utilizat suspensii de bentonită activată cu concentraţia de 8,3 % şi soluţii de poliacrilamidă parţial hidrolizată în concentraţii de la 0,025 % pînă la 1,0 %.

Variaţia mobilităţii electroforetice şi a viscozităţii aparente a suspensiei de bentonită, funcţie de concentraţia de poliacrilamidă, este prezentată în figura 13.

Se constată că, o dată cu creşterea concentraţiei de poliacrilamidă, mobilitatea electroforetică a particulelor de bentonită scade, în mod marcant, pînă la concentraţia de 0,1, după care rămîne, practic, constantă, în timp ce viscozitatea creşte, în mod continuu.

Aceasta se explică prin aceea că stratul dublu electric al particulelor este comprimat, ca urmare a creşterii concentraţiei polielectrolitului.

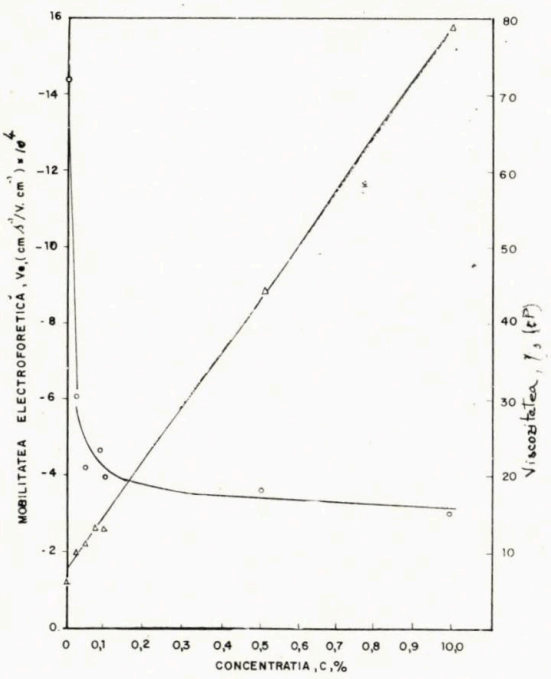



Fig. 13. Variaţia mobilităţii electroforetice (0) şi a viscozităţii (Δ), funcţie de concentraţia de poliacrilamină.

## 5. Examinarea surselor de erori

Deoarece dispozitivul electroforetic, utilizat în studiile efectuate, este, în esenţă, o celulă tip Hittorf, cîteva consideraţii se impun a fi prezentate, în legătură cu introducerea de erori, ca urmare a variaţiei concentraţiei particulelor în tubul de migrare, atunci cînd timpul necesar determinării este prea lung.

Studiile experimentale au arătat că eroarea ce provine din această sursă poate fi neglijată, atunci cînd determinarea durează pînă la 10 minute.

### 5.1. *Efectul curgerii electroosmotice*

Prezenţa stratului dublu electric pe peretele tubului de migrare conduce la creşterea curgerii electroosmotice a lichidului, atunci cînd se aplică o diferenţă de potenţial. Dacă peretele tubului de migrare şi particulele sînt încărcate electric la fel, curgerea lichidului din apropierea peretelui se va face în direcţia opusă particulelor.

Curgerea lichidului în celulă depinde, în mod considerabil, de viteza electroforetică a particulelor.

Dacă se notează cu „dw" cantitatea de solide transportate prin secţiunea tubului de migrare ($R\mathrm{d}\ 0\ \mathrm{d}R$), cu ($Ev_e$) suma vitezelor electroforetice ale particulelor şi cu ($V_0$) viteza electroosmotică a lichidului, atunci viteza ($V$) ce rezultă va fi definită de relaţia :

$$V = E_{ve} + V_0 \tag{3}$$

Cantitatea de solide ce migrează prin secţiunea transversală a tubului în timpul ($t$) este dată de ecuaţia :

$$\mathrm{d}w = Mt(EVe + V_0)\ R\mathrm{d}\,0\mathrm{d}R \tag{4}$$

Viteza electroosmotică în orice punct din secţiune este dată de relaţia [10]:

$$V_0 = U\left(\frac{2R^2}{A^2} - 1\right) \tag{5}$$

Introducînd ecuaţia (5) în (4) şi integrînd pe toată suprafaţa tubului de migrare se obţine :

$$W = M_s \cdot E \cdot t \cdot V_e \cdot \pi\ R^2 \tag{6}$$

Aceasta arată că întreaga cantitate de solide transportate printr-o secţiune dată, într-un interval de timp, este funcţie numai de viteza electroforetică.

### 5.2. *Căldura joule şi curenţii termici*

Trecerea curentului electric prin suspensiile coloidale, însoţită de degajare de căldură şi de apariţia curenţilor de convecţie, produce, în general, neregularităţi în transportul particulelor.

S-a stabilit [8] totuşi că, pentru un gradient de potenţial de 19 V/cm, căldura Joule calculată este de 0,34 Watt/cm³, ceea ce conduce la o creştere a temperaturii cu 0,22°C în 200 de secunde. Curenţii de convecţie rezultaţi ca urmare a acestei creşteri de temperatură vor fi neglijaţi.

În studiile efectuate, gradientul de potenţial fiind de 1,725 V/cm, înseamnă că eroarea, ca urmare a trecerii curentului, va fi mult mai mică.

## 6. Concluzii

1. Stabilitatea fluidelor de foraj, sisteme coloidale polidisperse, depinde, în mod considerabil, de interacţiunea dintre particule, respectiv de valoarea mobilităţii electroforetice.

2. Dispozitivul bazat pe metoda „transportului de masă" permite determinarea precisă şi rapidă a mobilităţii electroforetice a particulelor fluidelor de foraj.

3. Fluidele de foraj pe bază de apă, tratate cu ferocromlignosulfonaţi şi carboximetilceluloză, prezintă stabilitate ridicată (mobilitate electroforetică maximă) în domeniul de *p*H 10—11.

4. Adiţia clorurii de sodiu şi de calciu conduce la reducerea mobilităţii electroforetice (creşterea viscozităţii) a suspensiilor de bentonită (8,3 %), obţinîndu-se un minim, în valoare absolută, în jurul concentraţiei de 1,0 şi respectiv 0,1 %.

5. Mobilitatea electroforetică a suspensiei de bentonită (8,3 %) se micşorează, în mod marcant, cu creşterea concentraţiei de poliacrilamidă, pînă la concentraţia de 0,1 %, după care rămîne, practic, constantă.

**NOTAŢII**

$\tau_R$ — limita de curgere;
$C_V$ — concentraţia particulelor în sistem;
$Q_Z$ — zona de interacţiune dintre particule;
$a$ — raza particulei;
$A$ — constanta Hamaker a interacţiunii dintre particule;
$d_0$ — distanţa medie de acoperire a plane'or de forfecare;
$D$ — constanta dielectrică;
$\varkappa$ — grosimea atmosferei ionice;
$\xi$ — potenţialul electrocinetic;
$V_e$ — mobilitatea electroforetică;
$\Delta W_e$ — diferenţa de greutate a camerei de colectare;
$t$ — timpul de migrare;
$E$ — gradientul de potenţial;
$S$ — secţiunea de migrare;
$M$ — concentraţia solidelor;
$ps$ — greutatea specifică a solidelor;
$pw$ — greutatea specifică a fluidului;
$U$ — viteza electroosmotică maximă a lichidului la perete ($R=A$).

**BIBLIOGRAFIE**


1. * * * Baroid Mud Technology, Houston, Texas, 1965- p. 20—30.
2. Fried, J., P. şi Munter, R. J. Plastic Flow Behavior of Coagulated Suspensions Treated as a Repeptization Phenomenon, J. of Colloid and Interface Science, **37**, nr. 3, nr. 1971, p. 548—555.
3. Matijeric, F., ş.a Stability of Colloidal Silice, J. of Colloid and Interface Science, **35** nr. 4, april. 1971, p. 560—565.
4. Pockhom, R. Some Studies of the Coagulation of Dispersed Clays with Hydrolyzing Salts., J. of Colloid Science, **20**, nr. 20, ian. 1965, p. 81.
5. Lawrance, H., A. Stabilitatea siliciului coloidal, I. Efectul electroliţilor simpli, J. of Colloid and Interface Science, **31**, nr. 3, noiembrie 1969, p. 287.
6. Hamilton, J. ş.a. Tube Flate Microelectrophoresis, Cell. J. of Colloid and Interface Science, **25**, nr. 4, dec. 1971, p. 519—524.
7. Singer, J. Moring Bovndory Method for Measuring Electrophoretic Mobilities, J. of Colloid and Interface Science, **21**, nr. 1, ian. 1966, p. 117—122.
8. Long, R. şi Ross, S. Celulă de transport de masă îmbunătăţită pentru măsurarea mobilităţii electroforetice. J. of Colloid Science, **20**, nr. 5. iun. 1965.
9. Matijeric, F. ş.a. Stability of Colloidal Silic, J. of Colloid and Interface Science, **35** nr. 4, april. 1971, p. 560—565.
10. Abramson, H., A., Electrokinetic Phenomena and Their Application to Biology and Medicine, Chemical Catalog Company, Inc. New York.

# Corelarea regimului mecanic de dislocare cu cel hidraulic, la forajul sondelor folosind sape cu role

Gr. Tatu

Pentru ca procesul dislocării la forajul sondelor să fie eficient, este cunoscut că între regimul mecanic şi cel hidraulic trebuie să existe un echilibru [1, 2, 3]. Pînă în anul 1948, cercetările au urmărit creşterea eficienţei procesului de dislocare prin mărirea debitului de fluid circulat, ajungîndu-se la următoarele concluzii: viteza mecanică de foraj creşte aproximativ direct proporţional cu debitul (pînă la o anumită limită), viteza jetului de fluid rămînînd constantă; viteza mecanică de foraj este direct proporţională cu viteza jetului de fluid, cînd debitul rămîne constant.

În anul 1959 A.S. Garnier şi N.H. Van Lingen au experimentat în laborator modul de acţiune al sapei şi al fluidului, cînd rocile sînt puse în condiţii asemănătoare celor de la talpa sondei [4]. Aceste cercetări, ca şi altele, anterioare şi ulterioare [5, 6], au dovedit că efectul spălării este mult influenţat de presiunea coloanei de fluid din sondă şi de presiunea fluidului din porii rocii.

Multiplele cercetări de laborator şi de şantier [1 — 7] au pus în evidenţă faptul că apăsarea şi turaţia sînt parametri esenţiali ai regimului mecanic de dislocare şi că aceştia au o influenţă deosebită asupra mecanismului spălării la talpă.

Procesul de dislocare, ca rezultat al acţiunii de dezintegrare mecanică şi de spălare la talpa sondei, are eficienţa sa, în raport cu echilibrul existent între aceste două acţiuni. Variaţia simultană a apăsării şi a vitezei de rotaţie modifică acest echilibru.

Este constatat faptul că echilibrul între regimul mecanic şi hidraulic este în legătură cu tipul şi dimensiunea sapei, precum şi cu caracteristicile fluidului de foraj circulat.

Prevederea acestui echilibru între regimul mecanic şi regimul hidraulic, pentru a asigura eficienţa maximă a procesului dislocării mecanice la talpa sondei, constituie o problemă care stă în atenţia actuală a cercetării.

## 1. Premise teoretice. Ipoteze

Urmărind reprezentările Bingham R (W/$D_s$) de tipul celei din figura 1, pentru date din literatură şi din cercetările proprii, se constată că:

— dacă rezultatele cad pe linia de performanţă, schimbarea debitului şi, respectiv, a puterii hidraulice nu determină influenţe semnificative asupra eficienţei procesului de dislocare şi aceasta atunci cînd nu se manifestă acţiunea erozivă a jetului de fluid;

— dacă există contrapresiune pe talpa sondei, datele cad, în mod normal, pe linia de performanţă, unică şi proprie cuplului sapă-rocă,

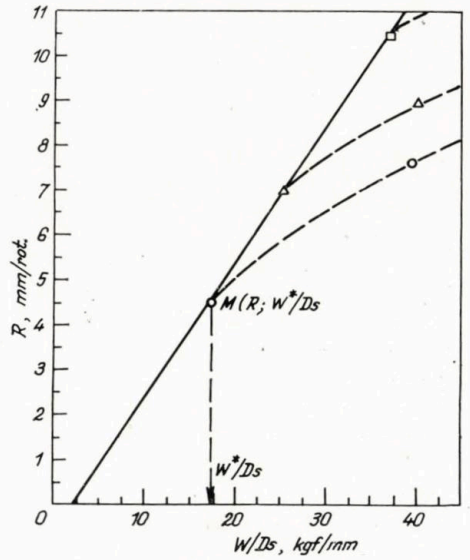



Fig. 1. $R$ ($W/Ds$):
0 N = 100 rot./min; △N = 50 rot./min; □ N/20 rot./min.

indiferent de valoarea vitezei de rotaţie şi variaţiile forţelor hidraulice;

— liniile de transport părăsesc linia de performanţă la valori critice ale vitezei de rotaţie, pentru o situaţie caracterizată prin: rocă, starea de solicitare a rocii, puterea hidraulică la talpă, tipul şi dimensiunea sapei, caracteristicile fluidului.

În contextul observaţiilor prezentate şi acceptînd ca funcţie de eficienţă a procesului de dislocare relaţia Woods-Galle modificată [8,9]:

$$R = 5{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot \bar{W}^k \frac{r}{N} \cdot C_f^* \cdot a^{-p} \qquad (1)$$

şi că:

$$C_f^* = f(C_f, K_f, K_s, K_r, K_h, D_s), \qquad (2)$$

este posibil să se scrie, atunci cînd se ia în discuţie doar regimul mecanic şi hidraulic, raportul:

$$K_h = \frac{P_h}{\left(\frac{W^*}{D_s} \cdot N\right)}, \qquad (3)$$

factorul $K_h$ caracterizînd condiția de spălare perfectă, deoarece $W^*/D_s$ corespunde situației cînd, la viteza de rotație dată, procesul dislocării mecanice se mai află încă pe linia de performanță.

Cunoscînd că viteza de rotație are o influență caracteristică asupra vitezei de penetrare, pentru a da caracter general factorului $K_h$ în raport cu valorile apăsării și vitezei de rotație, el trebuie corectat și exprimat pentru o viteză de rotație reper și atunci se obține:

$$K_h = \frac{P_h}{\left(\frac{W^*}{D_s} \cdot N\right) \alpha_N^*} \tag{4}$$

unde:

$$\alpha_N^* = \frac{\left(\frac{r_i}{N_i}\right)}{\left(\frac{r_0}{N_0}\right)} \tag{5}$$

Dacă două sape au aceeași valoare pentru capacitatea Bingham ($K_s$) [10], valoarea lui $K_h$, determinată pentru o sapă, este valabilă și pentru cealaltă sapă, dacă geometria generală și hidraulica nu diferă esențial.

Dacă se modifică capacitatea sapei, dar hidraulica nu diferă esențial, factorul $K_h$, pentru același diametru de sapă, nu rămîne neschimbat ca valoare.

Știind că [11]:

$$\alpha_{P_h} = \frac{\alpha_Q}{\alpha_{D_s}}; \quad \alpha_v = \frac{\alpha_Q}{\alpha_{D_s^2}}. \tag{6}$$

rezultă:

$$K_h = K_{f_0} \cdot \left(\frac{K_s}{K_{s_0}}\right) \cdot \left(\frac{D_s}{D_{s_0}}\right). \tag{7}$$

Pentru a da caracter de constantă factorului $K_h$, se alege tipodimensiunea de sapă care se consideră reper. Acceptînd sapa R 10 TA—244,5 J, ca sapă reper, care are:

$$K_s = 5 \cdot 10^{-6}, \sqrt{\frac{\text{m}^3}{\text{kgf}}} \tag{8}$$

rezultă expresia factorului de spălare la talpă, propriu fiecărui pachet de egală forabilitate,

$$K_{ho} = \frac{1{,}22 \cdot 10^{-3} \cdot P_h}{\left(\frac{W^*}{D_s} \cdot N\right) \alpha_N^* \cdot K_s \cdot D_s} \tag{9}$$

unde: $P_h$ /CP/; $K_s / \sqrt{\frac{\text{m}^3}{\text{kgf}}}$/;

$D_s$/ mm/; $\frac{W^*}{D_s}$/$\frac{\text{kgf}}{\text{mm}}$/; $N$/$\frac{\text{rot.}}{\text{min}}$/și $\alpha_N^*$ adimensional.

Cunoscînd valoarea factorului spălării $K_{ho}$ pentru fiecare pachet de egală forabilitate, puterea hidraulică la talpă pentru realizarea echilibrului între regimul mecanic și cel hidraulic este dată de relația:

$$P_h = 820 \cdot K_{ho} \cdot K_s \cdot D_s \left(\frac{W^*}{D_s} \cdot N\right) \cdot \alpha_N^*, /\text{CP}/ \tag{10}$$

Deoarece este posibil ca de la o sondă la alta să se modifice caracteristicile fluidului de foraj și chiar starea de solicitare de la talpa sondei, este necesar să fie luată în discuție și această situație.

Schimbarea proprietăților fluidului determină, pentru o aceeași presiune hidrostatică pe talpă, valori diferite pentru intersecția Bingham și modifică poziția liniilor de transport, respectiv poziția punctului în care linia de transport părăsește linia de performanță. Aceste două influențe sînt caracterizate prin factorii experimentali $K_f$ și $K_r$.

Pentru caracterizarea la spălare a unui pachet de egală forabilitate astfel încît să fie excluse influențele legate de: tipul și dimensiunea sapei, regimul de foraj, caracteristicile fluidului și starea de solicitare, rezultă că poate fi utilizată relația:

$$K_h = \frac{1{,}22 \cdot 10^{-3} P_h}{\left(\frac{W^*}{D_s} N\right) \cdot \alpha_N^* \cdot K_s \cdot K_f \cdot K_r \cdot D_r}, \tag{11}$$

iar calculul puterii hidraulice necesare poate fi făcut cu relația:

$$P_h = 820 \cdot K_h \cdot K_f \cdot K_r \cdot D_s \left(\frac{W^*}{D_s} \cdot N\right) \alpha_N^* \cdot K_s \tag{12}$$

## 2. Verificarea experimentală a posibilităților de caracterizare a echilibrului între regimul mecanic și hidraulic prin factorul spălării la talpă

Pentru verificarea posibilității de caracterizare a echilibrului între regimul mecanic și hidraulic prin factorul spălării la talpă, $K_{ho}$, au fost folosite următoarele surse de date: din literatură [10, 12]; din activitatea de cercetare efectuată în anii 1967—1968 [13]; din experimentele de laborator și șantier efectuate în acest scop [11].

Figurile 2—7 evidențiază datele unor experimente avute în vedere în verificarea posibilităților de caracterizare prin factorul spălării la talpă a echilibrului între regimul mecanic și hidraulic.

Rezultatele obținute în cele trei categorii de verificări efectuate dovedesc faptul că este posibilă caracterizarea echilibrului între regi-

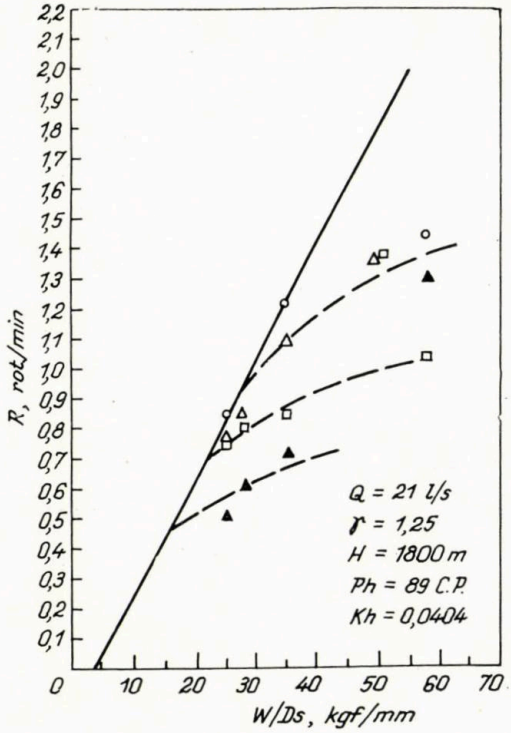



Fig. 2. $R\left(\frac{W}{D_s}\right)$ — Structura A :

0 = 42 rot./min ; △ = 58 rot./min ; □ = 96 rot./min ; ▲ = 169 rot./min.

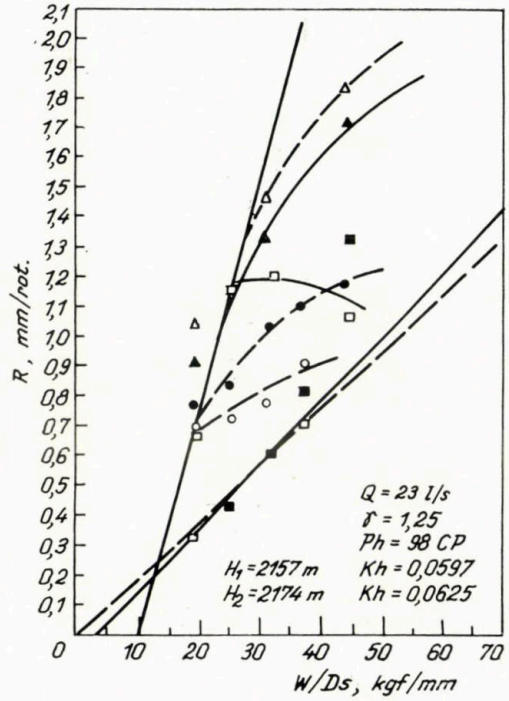



Fig. 3. $R\left(\frac{W}{D_s}\right)$ — Structura A :

$\underbrace{0 = H_1 \bullet = H_2}_{62\ \text{rot./min}}$ $\underbrace{\triangle H_1\ \blacktriangle H_2}_{40\ \text{rot./min}}$ $\underbrace{\square H_1\quad H_2}_{100\ \text{rot./min}}$

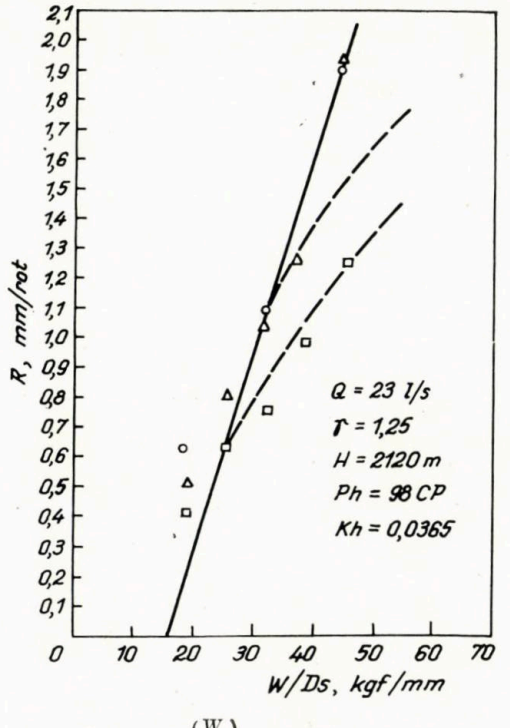



Fig. 4. $R\left(\frac{W}{D_s}\right)$ — Structura A :

0 = 40 rot./min ; △ = 62 rot./min ; □ 100 rot./min ;

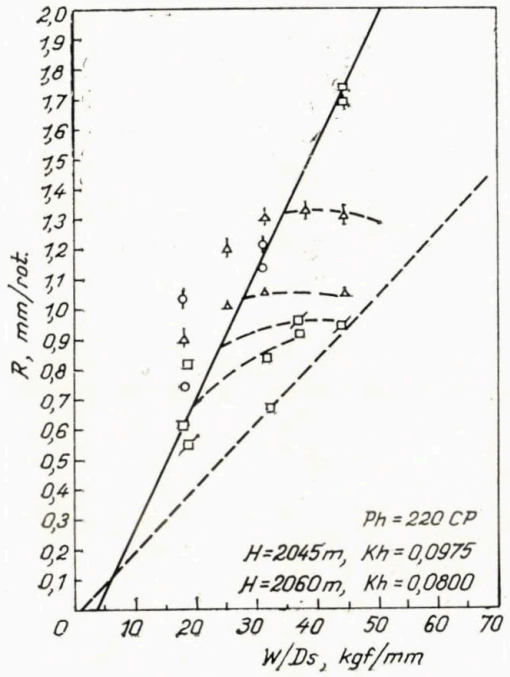



Fig. 5. $R\left(\frac{W}{D_s}\right)$ — Structura A:

$\overbrace{0 - N = 39\ \text{rot./min} ; \triangle - N = 60\ \text{rot./min} ; \square - N = 98\ \text{rot./min} ;}^{H = 2\,045\ \text{m}}$

$\overbrace{O - N = 39\ \text{rot./min} ; \triangle - N = 60\ \text{rot./min} ; \square - N = 98\ \text{rot./min} ;}^{H = 2\,060\text{m}}$

mul mecanic şi cel hidraulic prin factorul spălării la talpă cu aproximaţie tehnică satisfăcătoare ($\pm 10\,\%$).

În tabela 1, sînt prezentate unele din valorile obţinute pentru $K_{ho}$, după datele cercetării de şantier.

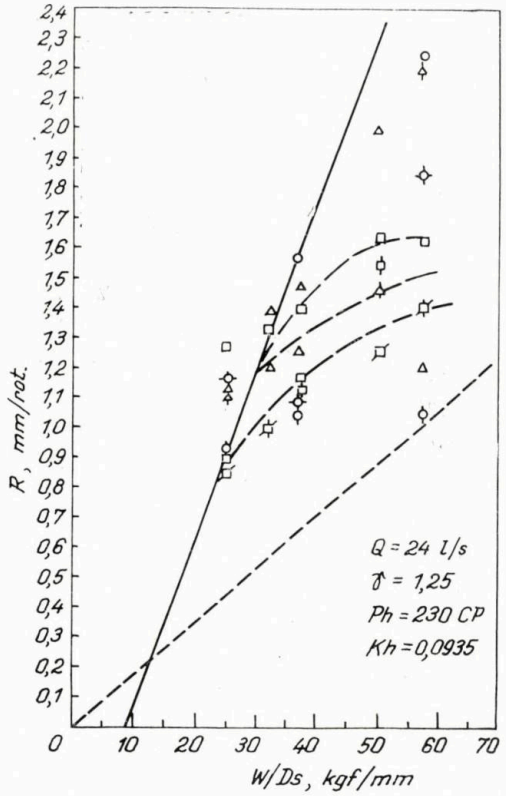
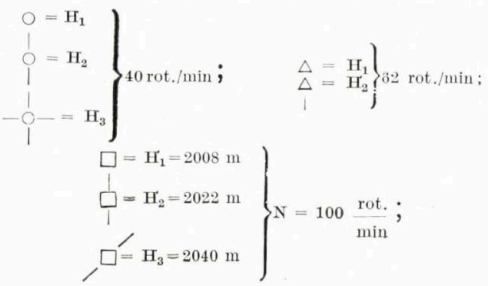



Fig. 6. $R\left(\frac{W}{D_s}\right)$ — Structura A




Cercetarea de laborator efectuată cu instalaţia ILSF—1[11] a evidenţiat faptul că poate permite determinarea valorilor pentru $K_{ho}$, cînd se lucrează cu diferite fluide. În tabela 2, sînt prezentate valori obţinute pentru $K_{ho}$, cînd fluidul circulat a fost ulei.

Deoarece eroarea relativă maximă are valoarea, în general, sub $\pm$ 10 %, pentru a nu fi posibile situaţiile în care puterea hidraulică programată să fie necorespunzătoare, se corectează valoarea acesteia, mărind-o cu aproximativ 10 % şi, astfel, rezultă :

$$P_h \simeq 900 \cdot K_{ho} \cdot K_s \cdot D_s \left(\frac{W^*}{D_s} \cdot N\right) \cdot \alpha_N^* \qquad (13)$$

Dacă $K_{ho}$ este determinat în laborator, în condiţii modelate, transferarea datelor de pe model la prototip este posibilă, folosind legea modelului [11].

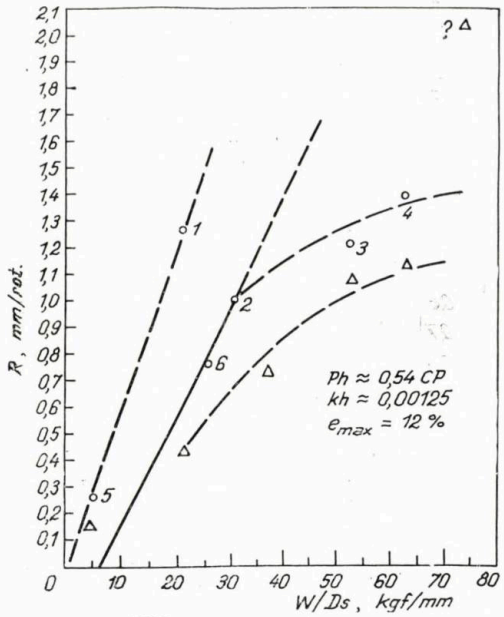



Fig. 7. $R\left(\frac{W}{D_s}\right)$ — pentru date de laborator :

Calcar Ruşchiţa : $E_2$ ; 0 — 15 rot./min ; △ — 24 rot./min ; sapa : $m^{10}$ s.

TABELA 1

| Nr. crt. | Tipul şi dimensiunea sapei | Locul experimentului* | $K_{ho}$ | Eroare maximă, % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | R. 10 Cb (243 mm) | H = 2120 m | 0,0365 | 4,8 |
| 2 | R. 10 Cb (243 mm) | H = 2157 m | 0,0597 | 10,8 |
| 3 | R. 10 Cb (243 mm) | H = 2174 m | 0,0625 | 0 |
| 4 | R. 10 Mb (243 mm) | H = 1800 m | 0,0404 | 18 |
| 5 | R. 10 Mb (243 mm) | H = 2000 m | 0,0935 | 1,6 |
| 6 | R. 10 Mb (243 mm) | H = 2045 m | 0,0975 | 12,5 |
| 7 | R. 10 Mb (243 mm) | H = 2060 m | 0,0800 | 14,5 |
| 8 | R. 10 Cb (243 mm) | H = 2066 m | 0,0327 | 2 |
| 9 | R. 10 Cb (243 mm) | H = 2075 m | 0,0800 | 3,5 |
| 10 | R. 10 Cb (243 mm) | H = 2100 m | 0,0467 | 10 |

* Structura Vişina.

TABELA 2

| Nr. crt. | Eşantionul încercat | $K_{ho}$ | Eroarea relativă maximă, % |
|---|---|---|---|
| 1 | Calcar Ruşchiţa | $12{,}5 \cdot 10^{-5}$ | $\pm 6$ |
| 2 | Marmură Ruşchiţa | $5{,}94 \cdot 10^{-5}$ | $\pm 3$ |
| 3 | Marmură Ruşchiţa | $5{,}16 \cdot 10^{-5}$ | |
| 4 | Marmură Ruşchiţa | $5{,}95 \cdot 10^{-5}$ | |
| 5 | Marmură Ruşchiţa | $5{,}74 \cdot 10^{-5}$ | |
| 6 | Calcar | $9{,}23 \cdot 10^{-5}$ | $\pm 9$ |
| 7 | Calcar | $10{,}55 \cdot 10^{-5}$ | |

## Concluzii

1. Cu suficientă precizie tehnică, factorul spălării la talpa $K_{ho}$ exprimat prin relația :

$$K_{ho} = \frac{1{,}22 \cdot 10^{-3} \cdot P_h}{\left(\frac{W^*}{D_s} N\right) \cdot \alpha_N^* \cdot K_s \cdot D_s}$$

caracterizează necesarul de spălare pentru un pachet litologic de aceeași forabilitate, în mod independent de tipul și dimensiunea sapei și de regimul mecanic și hidraulic aplicat.

2. Dacă se modifică starea de solicitare la talpă și tipul fluidului de foraj, factorul spălării la talpă $K_h$ exprimat prin relația :

$$K_h = \frac{1{,}22 \cdot 10^{-3} \cdot P_h}{\left(\frac{W^*}{D_s} N\right) \cdot \alpha^*{}_N \cdot K_s \cdot D_s \cdot K_f \cdot K_r},$$

caracterizează necesarul de spălare pentru un pachet litologic de aceeași forabilitate, în mod independent de : tipul și dimensiunea sapei, de tipul fluidului, starea de solicitare la talpă și de regimul mecanic și hidraulic aplicat.

3. Puterea hidraulică necesară pentru realizarea echilibrului între regimul hidraulic și mecanic se determină cu precizie tehnică satisfăcătoare, utilizînd relația :

$$P_h \simeq 900 K_{ho} \cdot K_s \cdot D_s \left(\frac{W^*}{D_s} \cdot N\right) \cdot \alpha_N^*$$

### NOTAȚII

$R$ — viteza de penetrare în procesul de dislocare ;
$\overline{W}$ — apăsarea echivalentă unui diametru de sapă ;
$r$ — funcția vitezei de rotație în relația vitezei de penetrare ;
$N$ — viteza de rotație ;
$C_f^*$ — coeficientul dimensional al forabilității ;
$\gamma$ — densitatea fluidu'ui ;
$a$ — funcția uzurii danturii în relația vitezei de penetrare ;
$p$ — exponent caracteristic tipului de dantură ;
$C_f$ — coeficientul forabilității ;
$K_f$ — factorul fluidului ;
$K_s$ — capacitatea Bingham a sapei ;
$K_r$ — factorul de solicitare pentru un cuplu rocă-fluid ;
$D_s$ — diametrul sapei ;
$K_h$ — factorul spălării la talpă ;
$\alpha_N^*$ — factorul de corecție pentru influența vitezei de rotație, în funcție de tăria rocii ;
$\alpha_{P_h}$ — scara puterii hidraulice ;
$\alpha_Q$ — scara debitului ;
$\alpha_V$ — scara vitezei de avansare ;
$\alpha_R$ — scara vitezei de penetrare ;
$\alpha_{Ks}$ — scara capacității sapelor ;
$P_h$ — puterea hidraulică la sapă ;
$W_c/D_s$ — intersecția Bingham ;
$W/D_s$ — apăsarea specifică curentă ;
$W^*/D_s$ — apăsarea specifică la care o linie de transport părăsește linia de performanță în reprezentarea Bingham.

### BIBLIOGRAFIE


1. Bobo, R. Key to successful competitive drilling. Gulf publishing Co. 1958.
2. Tatu, Gr. Tema 20/1970. ICPTG — Cîmpina.
3. Eckel, I. R. J.P.T., 1967.
4. Garnier, A.S., Van Lingen, N. H. J.P.T sept. 1959.
5. Wardroup, E.R., Canon, C.E. D.P.P., 1956, (API)
6. Potopov, J.G., Simonov, V. V.I.P. nr. 10, 1960, (trad. din l. rusă).
7. Lubinski, A. World Oil **146**, nr. 1, 1 ian. 1958.
8. Galle, E. M., Woods, H.B., Lubinski, A. Rev I.F. P. feb., 1962.
9. Tatu, Gr. Tema 22/1971 ICPTG—Cîmpina.
10. Bingham, M.G. OGJ, 1964 nr. 44—52 și OGJ, 1965, nr. 1—3.
11. Tatu, Gr. Tema 29/1972. ICPTG—Cîmpina.
12. Edwards, J.H. DPP—1964.
13. Tatu, Gr. Teză de doctorat. IPPG—București, 1971.

# Materiale granulare pentru îmbibarea formațiunilor geologice de mare permeabilitate din sonde

D. Ștefănescu

Pentru îmbibarea formațiunilor geologice în care se produc pierderi de circulație în tehnica forajului, se folosesc, printre alte tipuri de materiale, și dispersiile sub formă de pulberi și granule.

Acestea se introduc în sonde, fie sub formă aglomerată de „pachete-dopuri", fie dispersate în fluidele de foraj existente la puț. În cele mai multe cazuri, așa cum de fapt recomandă și literatura de specialitate, se asociază și cu agenți de imbibare din categoria celor lamelari (mică, celofan etc.) și fibroși (puzderii de cînepă, deșeuri de bumbac etc.).

În cele ce urmează, se redau rezultatele de laborator și încercările parțiale executate la sonde cu cîteva tipuri noi de agenți granulari folosiți în acest scop [1, 2, 3].

## Incercări de laborator

Cu toate că cercetările privind influența pe care o au agenții de blocare asupra proprietăților fizico-chimice și reologice ale fluidelor de foraj tratate cu acestea au necesitat un număr destul de mare de astfel de încercări și materiale, totuși, greutățile de aprovizionare și de realizare a dimensiunilor necesare a limitat numărul lor. În acest scop, au fost investigați următorii agenți de imbibare granulari:

— cenușa provenită de la termocentrale;
— zgura de termocentrale;
— perlita expandată;
— cojile de nuci măcinate;
— amestecurile de bitum și var.

Rezultatele de laborator sînt redate în tabela 1.

Așa cum se poate observa, lucrările de laborator au fost orientate în direcția realizării unor agenți de tip granular, care par a avea eficiență sporită în operațiile de îmbibare a formațiunilor absorbante.

## Tehnologii de realizare

Dacă cenușa și zgura nu au impus tehnologii speciale de prelucrare, procurîndu-se direct de la cuptoarele instalațiilor menționate (cenușa se colectează la coșuri de evacuare, iar zgura se procură din focarele acestora), cojile de nuci, perlita expandată precum și amestecurile de bitum și var au necesitat operații de prelucrare.

Cojile de nuci au fost uscate, măcinate și sortate în trei calități (fine, cu dimensiuni medii mai mici de 0,5 mm, medii între 0,5—1,5 mm și grosiere mai mari de 1,5 mm).

TABELA 1

**Suspensii de argilă tratate cu agenți granulari de îmbibare a formațiunilor geologice absorbante**

| Componenți / Caracteristici fizico-chimice și reologice | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suspensii argilă-trasgel 2/1 cm³ cu $\gamma = 1{,}10$ kgf/dm³ | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Cenușă de termocentrală, g | — | 10—40 | — | — | — | 100 |
| | Zgură, g | — | — | 5—20 | — | — | — |
| | Perlită expandată, g | — | — | — | 5—10 | — | — |
| | Coji de nuci măcinate, g | — | — | — | — | fine și grosiere | — |
| | Reactiv de lignit, g | — | — | 0—10 | 0—10 | — | — |
| | Amestec bitum-var, g | — | — | — | — | — | 10 |
| greutatea specifică, kgf/dm³ | | 1,10 | 1,13—1,31 | 1,12—1,16 | 1,08—1,06 | 1,10—1,11 | 1,10 |
| viscozitatea Marsh, s | | 46 | 46—∞ | 46—∞ | 58—∞ | 46—∞ | 40 |
| filtrare, cm³ | | 11 | 13—36 | 12—16 | 12—7 | 11—16 | 140 |
| turtă, mm | | 1,2 | 4—6 | 1,5—2 | 1,5—4,5 | 1,5—3,5 | 30 |
| viscozitate Stormer, cP | | 23 | 22,5—∞ | 27—∞ | 29—f. mare | 23—59 | 28 |
| gelația O min., g | | 2 | 2—∞ | 2—∞ | 2—24 | 22—50 | 35 |
| gelația 10 min., g | | 44 | 8—∞ | 54—∞ | 45—110 | 70—82 | 37 |
| *p*H | | 8 | 7 | 9—11 | 8—11 | 7—7,5 | 12 |

Perlita este expandată prin încălzire în cuptoare la temperaturi de aproximativ 1100°C, iar amestecul de bitum şi var se realizează prin topirea bitumului parafinos (5% parafină cu punct de înmuiere 87°C) şi introducerea acestuia peste o soluţie de 10% Ca $(OH)_2$ încălzită, sub agitare continuă la o turaţie convenabilă. Se asigură, în acest mod, formarea unui amestec granular de bitum şi var de diferite forme şi dimensiuni, în funcţie de modul în care este condus procesul, produsul putînd fi ambalat şi transportat în saci, datorită formării unei pelicule protectoare.

Materialul oferă posibilitatea utilizării sale directe la sonde, prin introducerea în suspensiile de argilă folosite în foraj.

Amestecurile de bitum şi var introduse în suspensiile de argilă au rol dublu :

— de formare a unor amestecuri cu filtrare mare, eficiente în produsele de îmbibare a formaţiunilor poroase şi permeabile;

— de realizare a unui material de îmbibare temporară a formaţiunilor geologice productive, aceasta putînd fi eliminat în timp, prin solubilizarea de către ţiţeiul din strat sau prin introducerea intenţionată a unor solvenţi specifici în formaţiunile productive.

În figurile 1 şi 2, se poate urmări aspectul produsului format din bitum şi var sub formă uscată, precum şi sub formă de dispersie, într-o suspensie de argilă de tip *fluid de foraj*.

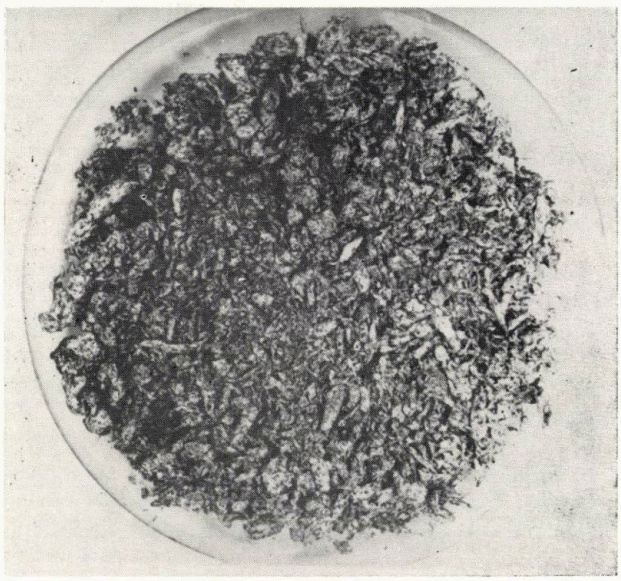


Fig. 1. Amestec de bitum şi var sub formă de granule uscate

## Încercări de şantier

În afară de amestecurile de bitum şi var, care nu au fost încă încercate în şantier, la sonde, celelalte tipuri de materiale granulate au fost folosite în formaţiunile nisipoase sarmaţiene la sondele din platforma moesică. Unele au dat rezultate, altele nu.

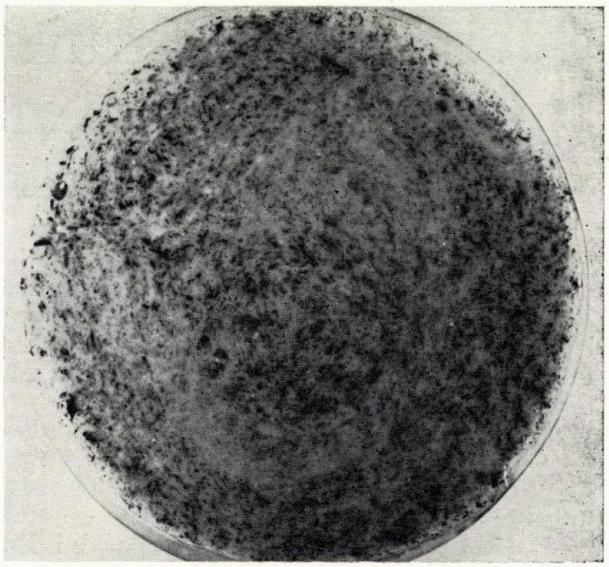


Fig. 2. Dispersie formată dintr-o suspensie de bentonită în apă în amestec cu granule de bitum şi var

Se apreciază că cenuşile de termocentrale au fost satisfăcătoare şi că pot fi utilizate, în continuare, pentru îmbibarea formaţiunilor geologice cu permeabilităţi mari formaţie din nisipuri, precum şi în formaţiunile fisurate sau cavernoase. Combinarea tehnologiilor de îmbibare prin folosirea de agenţi granulari, eventual amestecurile mixte de agenţi granulari, lamelari şi fibroşi, cmpletate cu operaţii de cimentare, pot reduce mult cheltuielile pentru soluţionarea pierderilor de circulaţie în foraj.

## Concluzii şi recomandări

Prin introducerea intensivă a agenţilor granulari de imbibare a formaţiunilor geologice de mare permeabilitate în operaţiile de combatere a pierderilor de circulaţie, eventual prin aplicarea unor tehnologii completate cu operaţii de cimentare, se pot reduce consumurile de ciment, fără a afecta reuşita lucrărilor executate.

Realizarea amestecurilor de bitum şi var şi încercarea acestora, în special pentru îmbibarea nepermanentă a formaţiunilor productive, creează posibilitatea utilizării unor tipuri noi de produşi cu preţ de cost mai redus decît al celor folosiţi actualmente de tipul naftalinei, parafinei etc.

BIBLIOGRAFIE


1. Ştefănescu, D., Coman, C., şi Dobre, A. Procedeu pentru blocarea formaţiunilor geologice în care se produc pierderi de fluide de foraj. Brevet R.S.R., 53541 d 5 a 31/20 E 21 b 33/138 din 16.12.1970.
2. Ştefănescu, D. Îmbunătăţirea şi extinderea metodelor de lucru existente pentru prevenirea şi combaterea pierderilor de fluide de foraj. Tema ICPTG P. 18.7.2.— 1970.
3. Ştefănescu, D., şi Bălan, Gh. Procedeu de realizare a materialelor de blocare nepermanentă a formaţiunilor productive din sonde pe bază de bitum şi var. Brevet R.S.R. Nr. 53763. din 20.03.1972.

# Teorema lui Squire pentru o mişcare într-un mediu poros

Adelina Georgescu

Teoria stabilităţii hidrodinamice, capitol central al mecanicii fluidelor, datează cel puţin din 1764, cînd Euler îşi pune problema curenţilor de convecţie care rezultă din uşoara compresibilitate a unui fluid greu.

Pe la mijlocul secolului trecut, Helmholtz se ocupă de stabilitatea mişcărilor de forfecare în straturi orizontale adiacente, iar o abordare sistematică a acestei teorii este datorată, la sfîrşitul secolului trecut, lucrărilor lui Reynolds, Raygleigh etc. Importanţa sa teoretică şi practică a făcut ca materialul bibliografic acumulat să fie imens, direcţiile de cercetare în acest domeniu fiind multiple, atît datorită varietăţii ramurilor matematice cărora le aparţin problemele sale, cît şi faptului că ea trebuie să fie studiată pentru orice echilibru sau mişcare fluidă.

Împreună cu existenţa şi unicitatea, stabilitatea arată dacă problema matematică asociată fenomenului de mişcare reflectă sau nu realitatea; ea decide care dintre soluţiile posibile ale problemei matematice a dinamicii fluidelor (în cazul neunicităţii) are consistenţă fizică; în sfîrşit, instabilitatea este una dintre cauzele apariţiei turbulenţei, situîndu-se la graniţa dintre continuu şi direct, dinamic şi statistic.

Determinînd graniţa dintre regimul laminar şi cel turbulent, deci dintre domeniul în care energia este proporţională cu viteza şi cel în care ea este proporţională cu pătratul său, stabilitatea este de cea mai mare importanţă pentru economisirea de combustibil. Dînd răspuns la întrebarea la ce perturbaţii şi în ce condiţii echilibrul unor configuraţii fluide se pierde, teoria stabilităţii este de stringentă necesitate pentru geofizică, meteorologie, extracţie de ţiţei din mări şi oceane şi exploatarea bogăţiilor lor.

Tipul de stabilitate a echilibrului sau mişcării fluide în mediile poroase asupra căruia ne fixăm atenţia aici este cel în care se ia în consideraţie stratificarea naturală sau artificială a densităţii, fluidelor aşa cum are loc în mediile poroase ce conţin apă sau alte fluide, după cum este situaţia în şantierele petrolifere, în lentilele de nisip de sub unele insule oceanice şi în regiuni geotermale. Dintre tehnicile de exploatare a petrolului se folosesc, printre altele: injectarea artificială de apă fierbinte sau apă conţinînd săruri, introducerea apei de mare în acviferele de coastă de pe fundul apei etc. Să remarcăm că în aceste cazuri densitatea este funcţie de temperatură sau înălţime, aceasta din urmă datorîndu-se prezenţei unor materiale dizolvate sau în suspensie în fluidul respectiv. Studiile de stabilitate pentru fenomenele indicate încep acolo unde se termină cele privitoare la procesul de amestec a celor două fluide miscibile. Particularitatea lor constă în faptul că, în cazul echilibrului stabilitatea furnizează aspectul noii mişcări (convecţia), care se instalează ca urmare a instabilităţii, pe cînd în cazul mişcării se studiază mai mult curba de stabilitate şi factorul de amplificare.

Cele ce urmează completează lucrările lui E. John List efectuate la California Institute of Technology în 1965. Acesta a tratat problema stabilităţii la perturbaţii bidimensionale; autoarea bazată pe o observaţie matematică simplă, dă teorema lui Squire, care stabileşte pentru o mişcare cvasistabilă, cu densitate stratificată într-un mediu poros saturat, relaţia dintre caracteristicile de stabilitate corespunzătoare perturbaţiilor bi- şi tridimensionale. Menţionăm că dificultatea matematică a problemelor implicate este cea care face ca de cele mai multe ori să se studieze doar cazul bidimensional.

## Ecuaţiile problemei

Cercetări experimentale [1, 2] au arătat că miscarea orizontală a interfeţei dintre două fluide miscibile (cel mai dens fluid este în mişcarea orizontală stabilă deasupra fluidului mai puţin dens) are un efect stabilizator. Acest fenomen a fost explicat teoretic [1, 2]; s-a efectuat un studiu privind amestecul a două fluide cînd unul este injectat (ca o sursă liniară) (fig. 1) în celălalt şi s-a constatat că mişcarea din aval tinde către o mişcare uniformă,

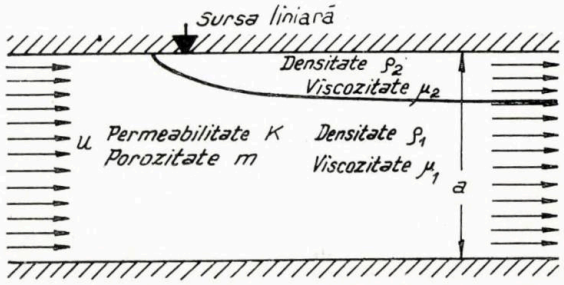



Fig. 1. Geometria mişcării.

un fluid fiind deasupra celuilalt, iar între ele găsindu-se o zonă de amestec. Deci, pentru a putea face studiul de stabilitate se poate presupune că cele două fluide vîscoase sînt în mișcare paralelă, orizontală, uniformă, cu densitate stratificată printr-un mediu poros izotrop, omogen, saturat, de permeabilitate $K$ și porozitate $m$, cu viteza de filtrație $U$, în direcția pozitivă a axei $x$-ilor. Fluidul superior are densitatea $\rho_2$, iar celălalt $\rho_1$ ($< \rho_2$). Se presupune

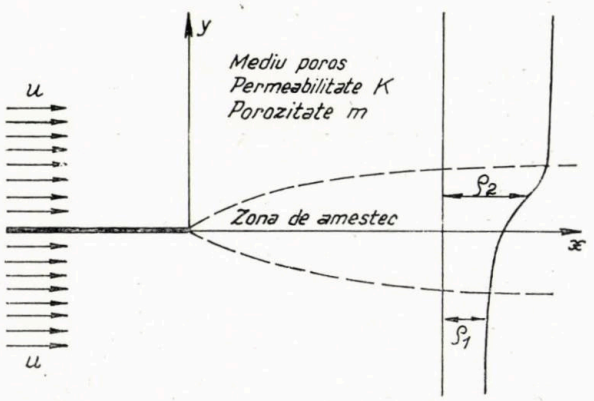



Fig. 2. Geometria mișcării pentru problema stabilității.

că cele două mișcări aveau loc separat pentru $-\infty < x < 0$, iar zona de amestec începe din punctul $x = 0$ (fig. 2). În acest cadru E. John List face analiza stabilității în modul obișnuit. Astfel, se scriu adimensional pentru cazul bidimensional, ecuația de continuitate, legea lui Darcy și ecuația dispersiei,

$$\nabla \cdot \vec{q} = 0, \tag{1}$$

$$\nabla p + \rho \vec{k} + \vec{q} = 0, \tag{2}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{q} \cdot \nabla \rho = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{\lambda_L}\frac{\partial \rho}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{\lambda_T}\frac{\partial \rho}{\partial y}\right), \tag{3}$$

și condițiile la limită

$$\vec{q}\,(\pm\infty) = 0, \tag{4}$$

în care:

$\vec{q}$ este vectorul viteză de filtrație;
$p$ — presiunea;
$\rho$ — densitatea;
$\nu$ — viscozitatea cinematică;
$\vec{k}$ — versorul axei în direcție verticală;
$g$ — constanta gravitațională;

$$\lambda_T = \frac{gkl\,(\rho_2 - \rho_1)}{m\,D_T\,\mu};$$

$$\lambda_L = \frac{gkl\,(\rho_2 - \rho_1)}{m\,D_L\,\mu};$$

$\lambda_T$ și $\lambda_L$ — numerele lui Raygleigh lateral, respectiv, longitudinal;
$D_T$ și $D_L$ — coeficienții de dispersie lateral, respectiv, longitudinal;
$l$ — o lungime caracteristică;
$\mu$ — viscozitatea dinamică;
$\vec{q} = (U, 0)$.

Perturbînd această mișcare principală cu unde bidimensionale de viteză $(u, v)$, în primă aproximație, făcînd unele presupuneri ($\rho = \Theta(y) + \rho'$, unde $\rho'$ este perturbația lui $\rho$, iar $\Theta$ — funcția de dispersie), se poate scrie:

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y},\ v = -\frac{\partial \psi}{\partial x},\ \psi = \psi(y).e^{i\alpha(x-ct)},\ \alpha = \frac{2\pi l}{L}: \tag{5}$$

în care:

$L$ este lungimea de undă a perturbației în direcția $x$, iar $c = c_r + ic_i$. În acest fel (1)—(5) duc la:

$$\frac{1}{\lambda_{T2}}\psi_2^{IV}(y) - \alpha_2^2\psi_2''(y)\left(\frac{1}{\lambda_{2T2}} + \frac{1}{\lambda_{L2}}\right) + \frac{\alpha_2^4}{\lambda_{L2}}\psi_2(y) =$$
$$= i\,\alpha_2\,(U-c)\cdot[\psi_2''(y) - \alpha_2^2\,\psi_2(y)] + \alpha_2^2\Theta_2'\psi_2(y), \tag{6}$$

care devine ecuația lui Orr-Sommerfeld dacă $\lambda_T = \lambda_L$, iar $\Theta' = -\dfrac{U''i}{\alpha}$, și la următoarele condiții la limită:

$$\psi_2(\pm\infty) = \psi_2'(\pm\infty) = 0, \tag{7}$$

unde indicele 2 desemnează perturbațiile bidimensionale. Introducînd raportul $\eta_2 = \dfrac{\lambda_T}{\lambda_L}$ și $D = \dfrac{d}{dy}$, (6) devine:

$$[D^4 - D^2\,\alpha_2^2\,(1+\eta) + \alpha_2^2\,\eta_2]\,\psi_2(y) = i\alpha_2\,\lambda_{T2}\,(U-$$
$$-c)\,[D^2-\alpha_2^2]\psi_2(y) + \alpha_2^2\,d_{12}\,\Theta_2'\,\psi_2(y). \tag{8}$$

Analog, pentru cazul perturbațiilor tridimensionale, notînd cu $\alpha$ și $\beta$ numerele de undă în direcția $x$, respectiv $z$, se obțin:

$$[D^4 - (\beta^2 + \eta\alpha^2)]\,[D^2-(\alpha^2+\beta^2)]\,\psi(y) = \lambda_T(\alpha^2+$$
$$\beta^2)\Theta'(z)\psi(y) + i\lambda_T\alpha\,(U-c)\,[D^2-(\alpha^2+\beta^2)]\psi(y) \tag{9}$$

$$\psi(\pm\infty) = D\psi(\pm\infty) = 0. \tag{10}$$

Dacă $\eta = \eta_2 = 1$, problemele (7)—(8) și (9)—(10) sînt echivalente. Pentru $\eta \neq 1$ aceste probleme

vor fi echivalente dacă toţi coeficienţii ecuaţiilor sînt egali, adică:

$$\text{I}\left\{\begin{array}{l}\beta^2+\eta\alpha^2+\alpha^2+\beta^2=\alpha_2^2(1+\eta)_2,\\(\beta^2+\eta\alpha^2)(\alpha^2+\beta^2)=\alpha_2^4\eta_2,\\\lambda_T(\alpha^2+\beta^2)\Theta'=\lambda_{T2}\alpha_2^2\Theta_2',\\\lambda_T\alpha=\lambda_{T2}\alpha_2,\\\lambda_T\alpha(\alpha^2+\beta^2)=\lambda_{T2}\alpha_2^3,\end{array}\right.$$

sau, ceea ce este acelaşi lucru,

$$\beta^2+\eta\alpha^2=\eta_2\alpha_2^2, \tag{11}$$

$$\alpha^2+\beta^2=\alpha_2^2, \tag{12}$$

$$\lambda_T\alpha=\lambda_{T2}\alpha_2, \tag{13}$$

$$\lambda_T\Theta'=\lambda_{T2}\Theta_2' \tag{14}$$

Se notează $a=\alpha\alpha_2^{-1}$. Scăzînd (12) din (11) se obţine:

$$a^2=\frac{\eta_2-1}{\eta-1},$$

şi:

$$a=\frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}<1.$$

**Concluzii**

În acest fel, $\frac{\lambda_{T2}}{\lambda_T}=a<1$, ceea ce înseamnă că în cazul perturbaţiilor bidimensionale, mişcarea devine stabilă mai devreme decît pentru cazul tridimensional; s-a demonstrat, deci, teorema lui Squire pentru acest tip de mişcări.

În [4, 5] cu ajutorul relaţiei dintre cazurile bi- şi tridimensionale, teorema lui Squire a fost completată, adică s-a stabilit în care caz factorul de amplificare $c_i$ este cel mai mare pentru un număr Reynolds dat. În cazul nostru, de asemenea se poate face un studiu bazat pe relaţiile (11)—(14) dar, luînd în consideraţie faptul că pentru fiecare $\alpha$, $\beta$, $\alpha_2$ şi $\eta_2$ fixaţi, corespunde un $\eta$ bine definit. Pentru $\alpha_2$ şi $\eta_2$ daţi, $\alpha$ variind de la $\alpha_2$ la 0, $\eta$ variază de la $\eta_2$ la $\infty$. Deci, consideraţiile noastre împreună cu [4] şi graficele din [1, 2] trebuie continuate pentru a da răspuns la întrebarea în ce caz $\alpha$ $c_i$ este mai mare pentru un număr Reygleigh dat.

O particularitate a relaţiilor (11)—(14) este faptul că atît numerele lui Rayleigh, cît şi profilele de densitate $\Theta$ asociate celor două mişcări de bază sînt diferite.

De remarcat faptul că dacă se ia $\eta=\eta_2$, atunci teorema lui Squire are loc numai dacă $\eta=1$, deoarece pentru $\eta\neq1$ relaţiile (11) şi (12) dau $\beta=0$.

În cazul neutral ($c_i=0$), de asemenea, se poate obţine o relaţie între cele două cazuri, considerînd $\Theta'=\Theta_2'$ şi $\alpha^2+\beta^2=\alpha_2^2$, care conduce la $\lambda_T=\lambda_{T2}$ şi $\beta^2+\eta\alpha^2=\eta_2\alpha_2^2$. Desigur pot fi scrise şi alte relaţii, deoarece pentru $c_i=0$ au loc doar primele trei relaţii din I: se consideră că acest caz este caracterizat de (11) — (14), pentru a avea continuitate cînd se trece de la cazul neutral la cel al instabilităţii.

**BIBLIOGRAFIE**


1. John List, E. În Proc. Second Australasian Conference on Hydraulis and Fluid Mechanics, The. Univ. Auckland, New Zealand, 1966.
2. John List, E. În Report No KH—R—11, California Institute of Technology, 1965.
3. Gheorghiţă, Şt.I. Metode matematice în hidrogazodinamica subterană, Ed. Acad. Bucureşti, 1966.
4. Watson, J. Proc. Roy. Soc., A. **254**, 1960.
5. Jungclaus, G. În Appl. Mech. Rev., **11**, 1958.

# Contribuţii la îmbunătăţirea calităţii prăjinilor de pompare în scopul diversificării folosirii acestora, în diferite condiţii de exploatare

## III*. Excentricitatea prăjinilor rezultată din fabricaţie

**Paula Eftimescu şi R. Brătianu**

Coaxialitatea axelor cepurilor faţă de axele prăjinilor este una din principalele condiţii pe care trebuie să le îndeplinească prăjinile de pompare. Această condiţie este înscrisă şi în documentul oficial: STAS 329—65, care, la punctul 2.3.15, precizează că: „bătaia ** maximă admisă a filetului cepului faţă de axa prăjinii, măsurată la distanţa de 150—250 mm de la capul prăjinii, nu trebuie să depăşească 5% din diametrul nominal al prăjinii". Rezultă că, pentru dimensiunile uzuale de prăjini de pompare, 5/8, 3/4, 7/8 şi 1 in, bătaia admisă este de 0,80, 0,95, 1,10, respectiv 1,25 mm.

Într-un studiu analitic complet [1], s-a arătat că între cele două părţi ale prăjinii — cepul şi corpul ei — iau naştere momente de flexiune. Aceste momente conduc la eforturi suplimentare care se adaugă acelora luate în considerare la dimensionarea garniturilor. Dintr-un calcul pur matematic s-a găsit că, în cazul în care prăjinile de pompare se încadrează în ceea ce priveşte excentricităţile *** în prescripţiile STAS, surplusul de solicitare este de 14% şi că acest surplus va fi corespunzător mai mare acolo unde limita din normă este depăşită. În realitate, surplusul de solicitare este mai mare, pentru că şi excentricităţile depăşesc limitele prescrise. Efectul acestor depăşiri este evident, pentru că prăjini de pompare aparent corect dimensionate se rup dintr-o cauză în aparenţă inexplicabilă.

În exploatare, atunci cînd se face asamblarea a două capete de prăjini de pompare, prin aceeaşi mufă, poziţia reciprocă a excentricităţilor poate să fie oarecare. Este posibil ca cele două excentricităţi să se găsească de aceeaşi parte a mufei, ceea ce ar însemna că axele celor două prăjini se găsesc în continuare, dar este şi foarte posibil ca ele să se găsească în poziţie diametral opuse. În acest caz, între axele prăjinilor se va crea o decalare egală cu dublul excentricităţii individuale, ceea ce, fără îndoială, reprezintă o situaţie cu mult mai defavorabilă decît prima. Apare, deci, necesar să se cunoască valoarea efectivă a excentricităţii. Cifra de 5% din diametrul nominal al prăjinii admisă în STAS nu are la bază lucrări ştiinţifice şi nici încercări în exploatare, astfel că, de foarte multe ori, s-a ridicat problema atît a valorii excentricităţii, cît şi a influenţei excentricităţii asupra anduranţei prăjinilor de pompare.

În cele ce urmează, se prezintă rezultatele unor lucrări efectuate special pentru elucidarea acestei probleme.

### Lucrări de laborator pentru determinarea valorii limită a excentricităţii

Din producţia curentă de prăjini de pompare din oţel 35 M16, s-au ales 100 de bucăţi de dimensiunea 3/4 in, la care valoarea excentricităţii depăşea pe aceea prescrisă. Verificarea s-a efectuat la ambele capete ale prăjinilor, cu un dispozitiv special cu comparator, aşa cum este redat în fotografia din figura 1.

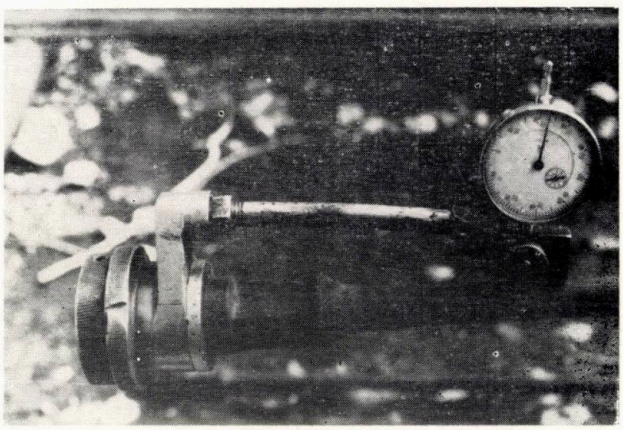


Fig. 1. Dispozitivul de măsurare a excentricităţii montat pe prăjină.

Abaterile maxime înregistrate sînt conţinute în tabela 1. Se constată că, deşi la unele bucăţi s-au înregistrat şi valori sub limita prescrisă la un capăt, valoarea maximă de la capătul opus a făcut ca prăjina să nu se încadreze în prescripţiile standardizate. S-au oprit din aceste prăjini 8 bucăţi pentru cercetări de laborator, iar restul au fost repartizate în şantiere, pentru

---

* Partea I — Petrol şi gaze, nr. 5/1973; partea a II-a, Petrol şi gaze, nr. 6/973.

** Bătaia: abaterea de la o rotaţie completă a prăjinii măsurată cu un dispozitiv special cu comparator.

*** Mărimea excentricităţii se obţine împărţind prin doi bătaia constatată.

ABELA 1

**Prăjini de pompare 3/4" UMC**

Valorile maxime ale abaterilor de la coaxialitatea dintre axa cepurilor filetate și axa prăjinilor

Maxim admis STAS 329—65 = 0,95 mm

| Nr. crt. | Abaterea la capul | | Nr. crt. | Abaterea la capul | | Nr. crt. | Abaterea la capul | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 2 |
| | mm | | | mm | | | mm | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 5,1 | 2,6 | 35 | 6,3 | 1,2 | 69 | 4,9 | 0,4 |
| 2 | 4,0 | 1,10 | 36 | 5,6 | 1,3 | 70 | 5.8 | 2,2 |
| 3 | 2,0 | 4,7 | 37 | 5,2 | 4,9 | 71 | 6,5 | 1,0 |
| 4 | 5,8 | 0,8 | 38 | 5,3 | 1,9 | 72 | 5,3 | 0,8 |
| 5 | 4,9 | 1,8 | 39 | 3,5 | 1,2 | 73 | 6,9 | 1,0 |
| 6 | 6,2 | 2,5 | 40 | 7,4 | 0,8 | 74 | 5,5 | 1,0 |
| 7 | 4,1 | 0,9 | 41 | 8,0 | 0,8 | 75 | 4,9 | 2,0 |
| 8 | 5,6 | 1,0 | 42 | 6,0 | 1,2 | 76 | 4,8 | 3,0 |
| 9 | 5,4 | 1,8 | 43 | 6,3 | 0,3 | 77 | 6,6 | 1,9 |
| 10 | 5,5 | 1,9 | 44 | 6,4 | 1,4 | 78 | 7,5 | 1,4 |
| 11 | 7,4 | 1,6 | 45 | 5,8 | 2,7 | 79 | 6,5 | 0,4 |
| 12 | 4,9 | 1,5 | 46 | 6,8 | 1,6 | 80 | 5,5 | 3,1 |
| 13 | 6,1 | 3,2 | 47 | 6,2 | 0,2 | 81 | 4,7 | 1,8 |
| 14 | 6,1 | 0,1 | 48 | 7,5 | 2,8 | 82 | 5,0 | 1,0 |
| 15 | 5,7 | 1,1 | 49 | 6,9 | 1,2 | 83 | 7,2 | 1,1 |
| 16 | 5,3 | 1,2 | 50 | 4,3 | 1,3 | 84 | 8,1 | 1,6 |
| 17 | 5,2 | 3,1 | 51 | 6,2 | 1,8 | 85 | 6,7 | 1,3 |
| 18 | 4,1 | 6,5 | 52 | 6,1 | 1,3 | 86 | 6,3 | 2,1 |
| 19 | 2,8 | 2,6 | 53 | 6,1 | 1,9 | 87 | 6,2 | 1,0 |
| 20 | 5,5 | 1,9 | 54 | 3,9 | 2,5 | 88 | 5,3 | 0,5 |
| 21 | 6,9 | 0,6 | 55 | 7,7 | 0,4 | 89 | 5,5 | 0,7 |
| 22 | 6,1 | 3,2 | 56 | 4,4 | 1,7 | 90 | 3,3 | 2,9 |
| 23 | 7,1 | 2,6 | 57 | 5,9 | 2,3 | 91 | 2,0 | 1,4 |
| 24 | 5,8 | 0,6 | 58 | 7,4 | 0,3 | 92 | 4,9 | 1,6 |
| 25 | 6,4 | 0,7 | 59 | 4,5 | 3,5 | 93 | 6,4 | 1,7 |
| 26 | 6,2 | 0,8 | 60 | 5,5 | 1,2 | 94 | 6,9 | 2,0 |
| 27 | 6,1 | 3,3 | 61 | 3,5 | 1,4 | 95 | 6,8 | 2,8 |
| 28 | 6,9 | 1,7 | 62 | 6,2 | 1,3 | 96 | 7,7 | 1,8 |
| 29 | 6,9 | 1,7 | 63 | 7,2 | 1,9 | 97 | 7,0 | 0,9 |
| 30 | 3,9 | 1,3 | 64 | 5,8 | 0,2 | 98 | 6,3 | 1,7 |
| 31 | 4,5 | 0,9 | 65 | 5,7 | 1,4 | 99 | 3,8 | 4,3 |
| 32 | 3,4 | 1,5 | 66 | 7,3 | 1,2 | 100 | 6,4 | 1,9 |
| 33 | 5,6 | 0,5 | 67 | 4,0 | 1,6 | | | |
| 34 | 6,6 | 3,9 | 68 | 5,3 | 2,0 | | | |

urmărirea efectului excentricității asupra anduranței prăjinilor.

Pentru măsurarea eforturilor unitare din porțiunea excentrică a prăjinilor, s-a preferat metoda de tensometrie electrică rezistivă, metodă care permite să se măsoare deformațiile mici ce se produc la suprafața corpurilor supuse unor solicitări. În principiu, această metodă se bazează pe proporționalitatea care există între variația relativă a rezistenței electrice a unui element sensibil (fir metalic), supus unei solicitări mecanice și variația relativă a lungimii lui, determinată de solicitarea respectivă. Dacă elementul sensibil este fixat pe o porțiune dintr-o piesă, care se deformează din cauza unei solicitări, el se va deforma la fel cu piesa. Măsurînd, prin mijloace adecvate electrice sau electronice, variația de rezistență a elementului sensibil, care este proporțională cu deformația lui, se poate determina deformația în porțiunea de piesă studiată. Dacă starea de solicitare este de întindere sau de compresiune simplă și are loc în zona deformațiilor elastice a unui material ce se supune legii Hook, se poate determina și efortul unitar corespunzător. Matematic, aceste proprietăți se exprimă prin relațiile:

$$\frac{\Delta R}{R} = K\frac{\Delta_1}{1} = K\varepsilon$$

$$\sigma = \varepsilon \cdot E$$

în care:

$R,\Delta R$ este rezistența electrică inițială a firului metalic (element sensibil) și creșterea ei în urma solicitării mecanice a firului;

$l,\Delta l$ — lungimea inițială a firului metalic și creșterea ei datorită aceleiași solicitări;

$\varepsilon$ — deformație specifică;

$K$ — coeficient de proporționalitate;

$E$ — modulul de elasticitate al oțelului.

Încercările s-au executat la o mașină universală de încercări de 50 tf, cu o cursă efectivă de 700 mm, folosind cupluri de prăjini obținute prin îmbinarea capetelor de prăjini (cupoane a cîte 400 mm), prin mufe. Îmbinarea a fost astfel realizată, ca în unele cazuri excentricitățile, rezultate pe cuplu, să se însumeze, obținînd excentricitățile maxime, în altele să se scadă, ca să se obțină excentricități minime. S-au realizat, astfel, cupluri cu excentricitate mare (abaterea 9,2 mm), cupluri cu excentricitate medie (abaterea 2,2 mm), precum și cupluri cu excentricitate mică (abaterea 0,5 mm).

Pentru tensometrări, s-au utilizat traductori tensometrici rezistivi (T.T.R.), fabricație INCERC și aparatura din dotarea IPCUP, care

a constat din: comutator poziţii de măsură tip U.M. 74/20 şi compensator normal tipM.K.

Traductorii au fost aplicaţi pe corpul prăjinilor în zonele cu solicitare maximă. Aceste zone au fost determinate prin încercări calitative pe cupluri de prăjini acoperite cu o peliculă fină de lac special care aderă pe suprafaţa metalică şi care se deformează o dată cu piesa.

La încercarea sub sarcini statice de tracţiune, la care au fost supuse prăjinile, a apărut o reţea fină de crăpături — spectre de linii — care au indicat repartiţia deformaţiilor, respectiv a eforturilor. Aspectul acestor spectre de tensiuni, ca şi a cuplului prăjină — mufă — prăjină, pregătit în vederea acestei determinări, este redat în fotografiile din figurile 2, 3 şi 4. Cuplurile de prăjini pregătite pentru tenso-

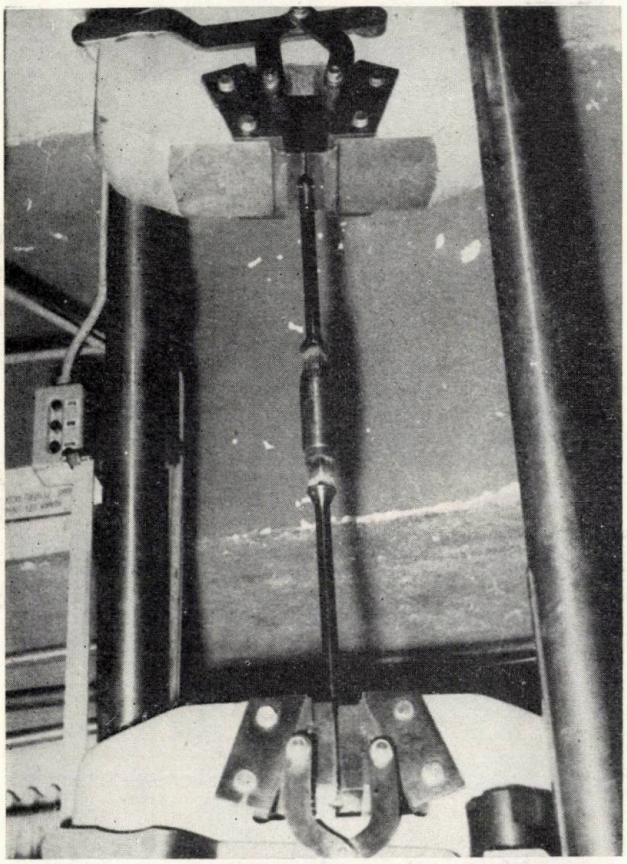
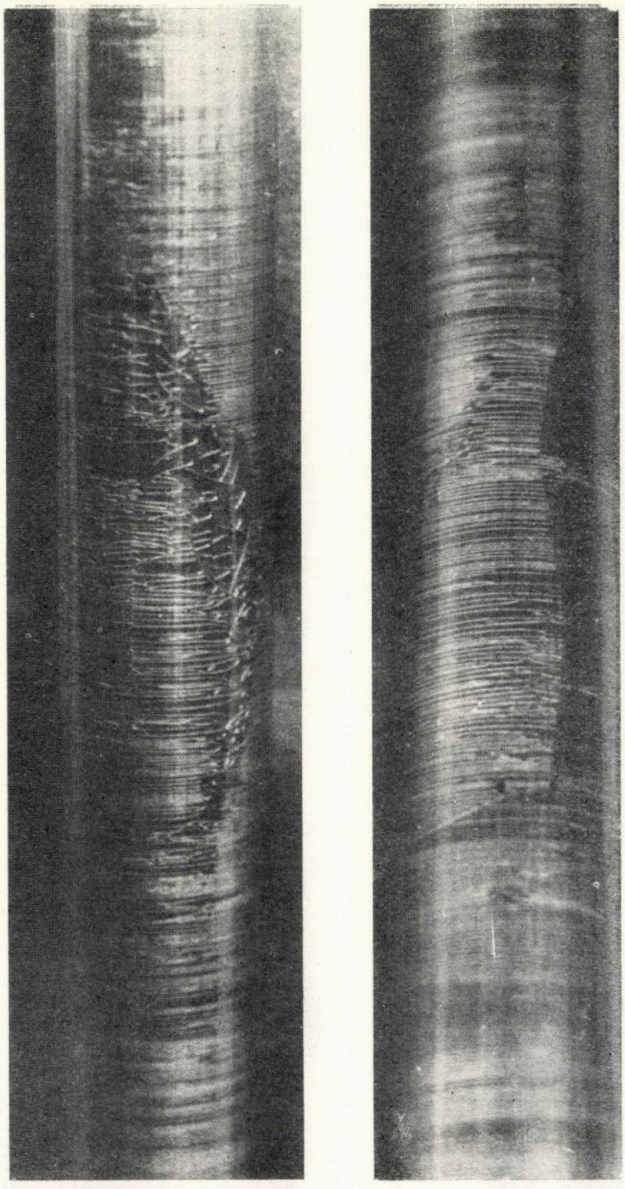


Fig. 2. Cuplul prăjină — mufă — prăjină pregătit în vederea determinării calitative a spectrelor de tensiuni.

metrări şi faze din pregătirea cuplurilor, precum şi aparatura utilizată se pot vedea în fotografiile din figurile 4 şi 5.

Pentru eliminarea efectului variaţiei de temperatură a traductoarelor, pe mufele de legătură ale cuplurilor de prăjini s-au montat şi traductoare tensometrice rezistive de compensaţie.

După pregătirea cuplurilor respective (prăjină—mufă—prăjină), montarea lor în maşina



*a* *b*

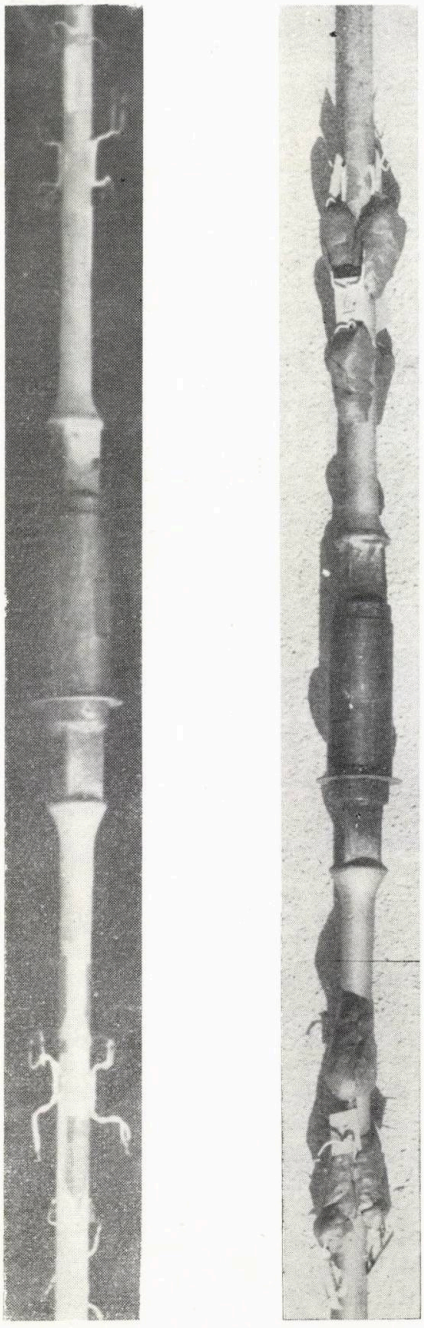
Fig. 3 *a*, *b*. Aspecte ale spectrelor de tensiuni.

universală de încercări şi legarea traductorilor la instalaţia de tensometrie, s-a întocmit o schemă a instalaţiei care a cuprins amplasarea zonelor, respectiv a punctelor de măsură de pe cuplul cercetat. Punctele, adică traductoarele, au fost numerotate, pentru a fi uşor urmărite în timpul măsurării (aşa cum este redat în schemele din planşele 1,2 şi 3). S-a stabilit apoi valoarea de referinţă a citirilor, adică treapta de zero, respectiv valoarea faţă de care s-au măsurat modificările în stare de deformaţie a cuplului, în funcţie de solicitările la care urma să fie supus. Aceasta s-a stabilit faţă de situaţia cuplului nesolicitat.

Măsurătorile s-au efectuat în regim de solicitare statică, cu următoarele trepte de încercare: 3, 6, 9, 12 şi 15 tf. Se menţionează că,

pe timpul măsurătorilor, după aplicarea sarcinei fiecărei trepte, încercarea s-a menţinut constantă.

Dintr-o prelucrare primară a rezultatelor măsurătorilor, s-au obţinut valorile brute ale deformaţiilor specifice măsurate, din care, apoi, s-au calculat eforturile unitare normale respective. Rezultatele finale sînt redate sub forma curbelor de variaţie a eforturilor unitare — faţă de solicitare — pentru fiecare T.T.R, în planşele 1, 2 şi 3.



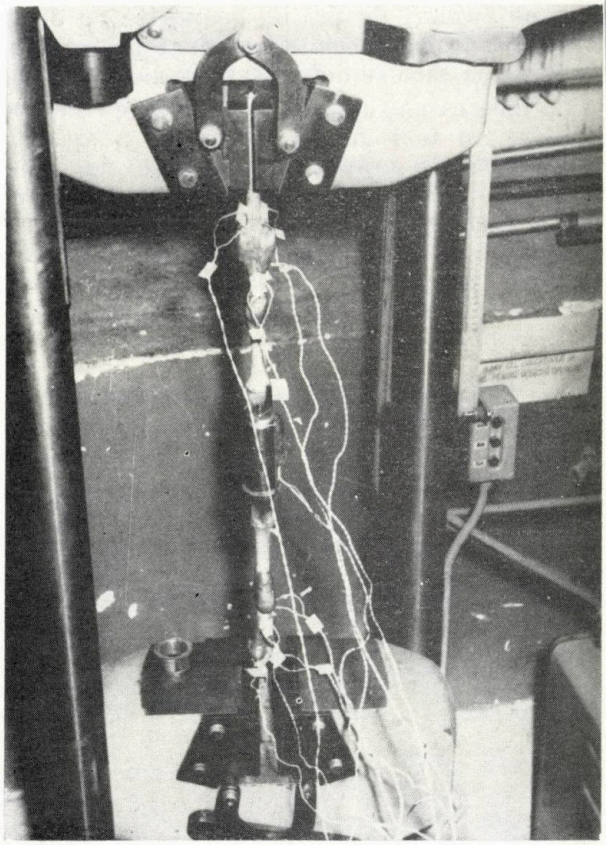
*a* *b*

Fig. 4. Cuplul prăjină — mufă — prăjină :

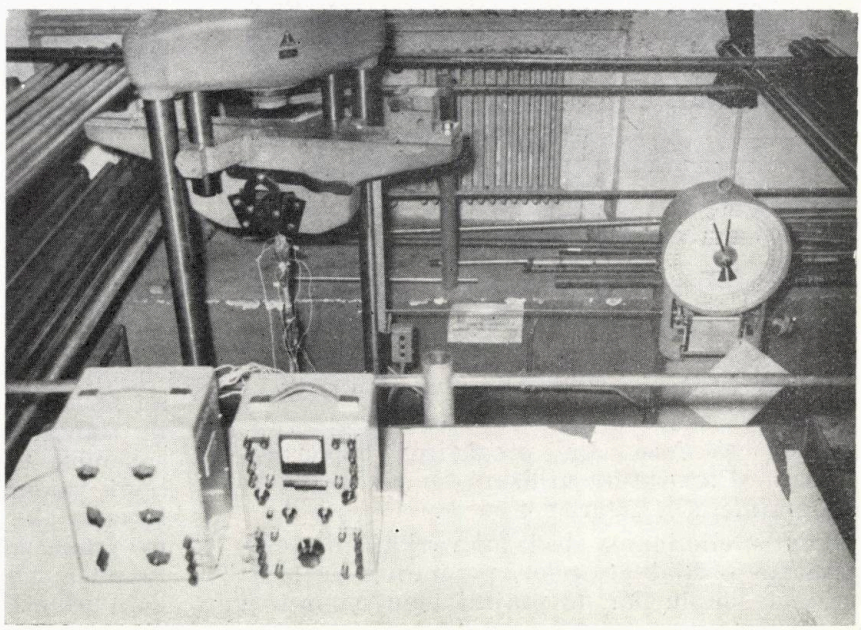
*a* — faza 1 şi 2 de pregătire; *b* — faza 3 de pregătire, conectarea firelor de legătură şi protejarea traductoarelor cu pastă hidroizolantă.

Din analiza acestor curbe, se constată următoarele :

— *Încercări cu cuplul cu excentricitate sub limita prescrisă* (abaterea de la coaxialitate



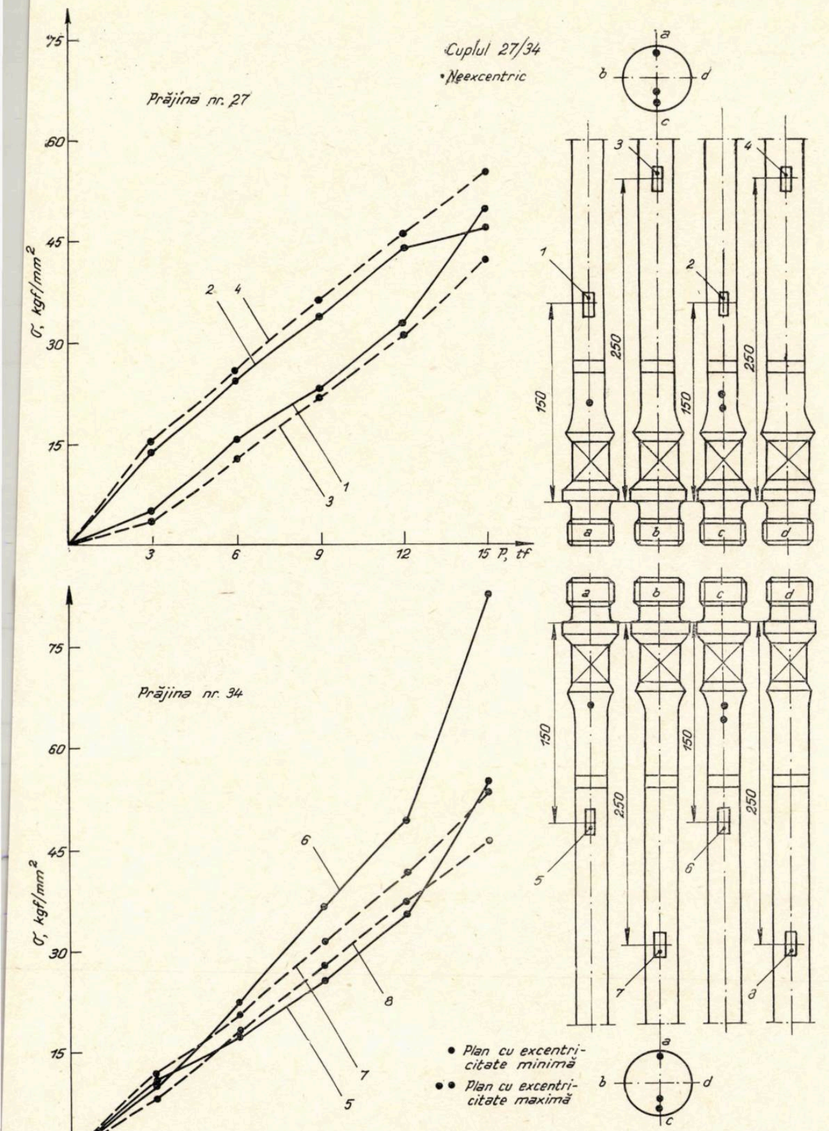
*a*



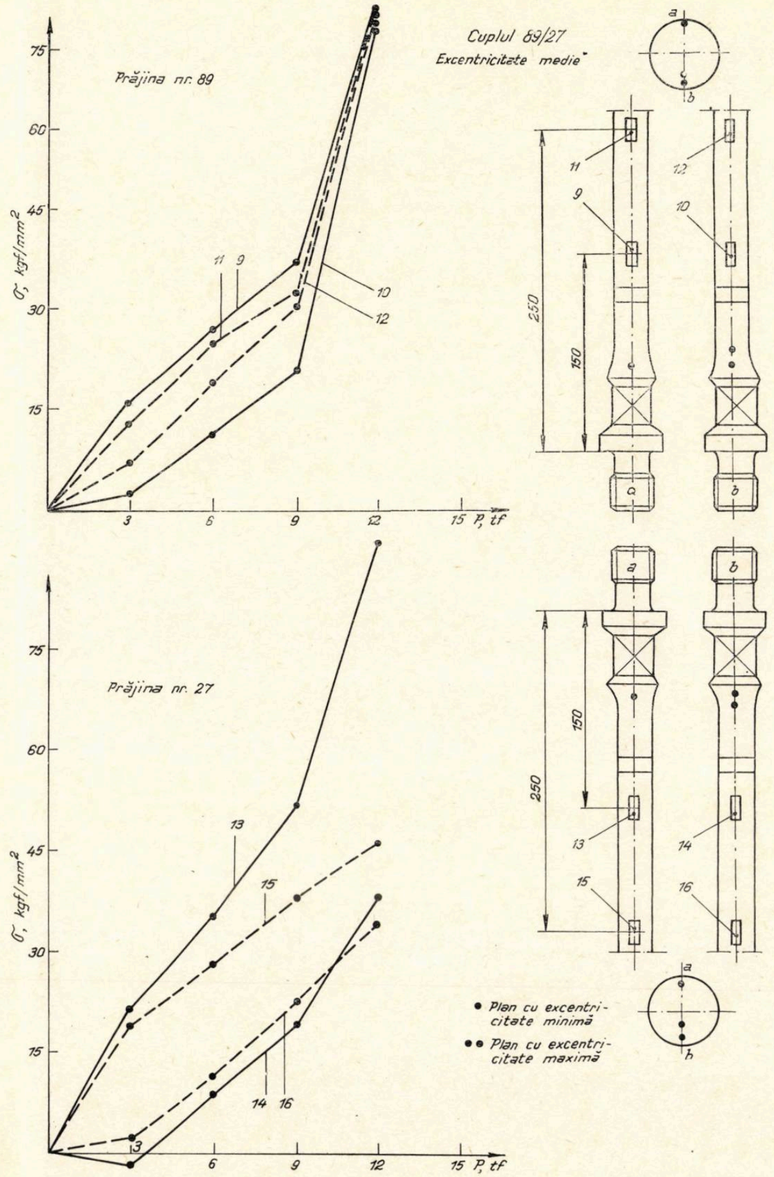
*b*

Fig. 5. Cuplul prăjină — mufă — prăjină, legat la aparatura de tensometrie montat în maşina universală de încercări :

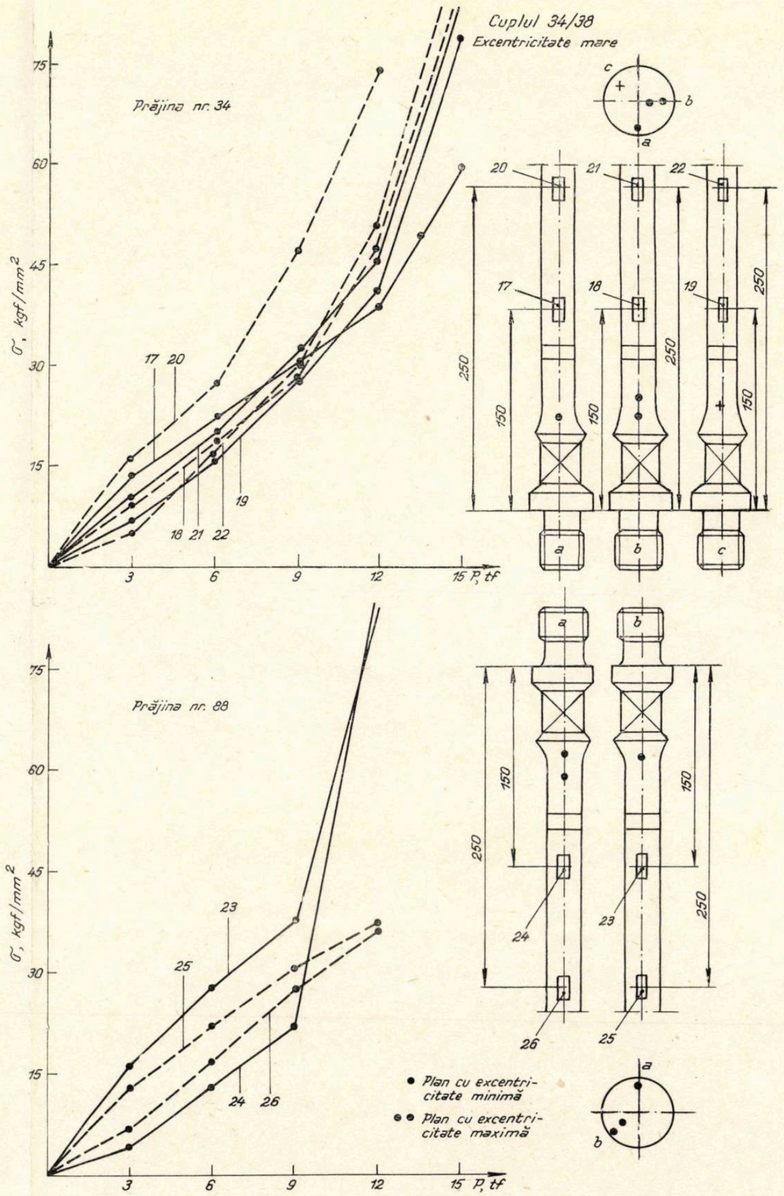
poziţia „*a*": poziţia „*b*"




Planşa I.




Planşa II.




Planşa III.

0,5 mm față de 0,95 mm). Acest cuplu a fost obținut înșurubînd prăjinile în așa fel, încît excentricitatea minimă a unei prăjini să fie în același plan cu excentricitatea maximă a celeilalte prăjini din cuplu. Mărcile tensometrice au fost lipite atît pe planul cu excentricitate maximă, cît și pe acela cu excentricitate minimă, la distanțe de 150, respectiv, 250 mm de la gulerul prăjinilor. Rezultatele prezentate în planșa 1 arată că eforturile unitare au o variație liniară conform legii lui Hook. Pînă la sarcina de 12 tf, eforturile cresc progresiv și nu depășesc limita de curgere (45 kgf/mm²) a materialului. Peste această sarcină, se produce o dezechilibrare a încărcărilor secțiunilor solicitate, în special acelea corespunzătoare excentricității maxime (marca nr. 6).

— *Incercări cu cuplul cu excentricitate medie* (abaterea maximă 2,2 mm față de 0,95 mm).

Pentru obținerea acestei excentricități, înșurubările prăjinilor în mufe s-au făcut astfel, încît excentricitățile maxime de la ambele prăjini să fie în același plan. Rezultatele măsurătorilor (planșa 2) arată că, în acest caz, materialul se comportă după legea lui Hook, numai pînă la o încărcare de 9 tf. Peste această sarcină, dezechilibrul încărcărilor secțiunilor solicitate este extrem de puternic. La sarcina de 15 tf, în cazul prăjinii nr. 89, curgerea materialului a fost atît de mare, încît nici nu a mai putut fi înregistrată de aparatura de măsurare. Pentru prăjina nr. 27 din cuplu, s-au obținut deformații, respectiv eforturi unitare, în secțiuni solicitate, exagerat de mari. La o examinare microscopică a acestor secțiuni, s-a constatat că materialul nu a mai putut rezista; deformațiile puternice au dus la producerea de microfisuri pe suprafața prăjinii, deci la pierderea continuității materialului. Forma și adîncimea unor astfel de microfisuri este redată în fotografia din figura 6.

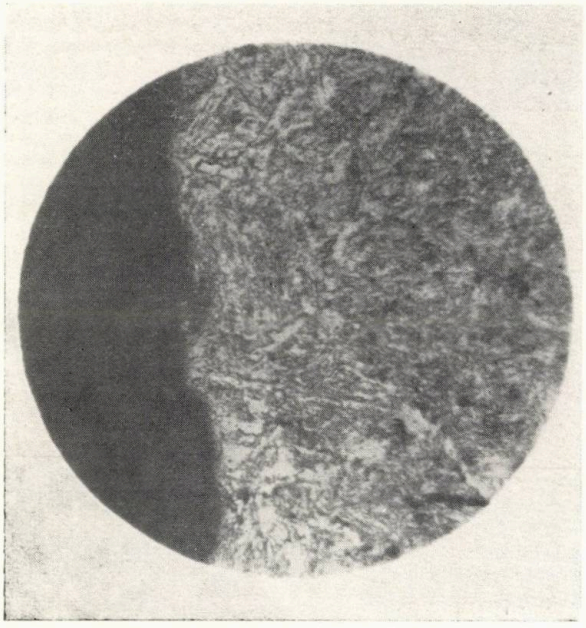


Fig. 6 × 100. Microfisuri produse în material.

*La încercarea cuplului cu excentricitate mare* (abaterea maximă 9,2 mm față de 0,95 mm), s-au obținut rezultate (planșa 3), asemănătoare cu acelea ale cuplului cu excentricitate medie.

Ca o concluzie generală a acestor lucrări, se poate afirma că abaterea maximă admisibilă la fabricație nu trebuie să depășească valoarea de 3 % din diametrul nominal al prăjinilor și nu 5 %, cît este prescris în STAS.

## Experimentări în șantier

Așa cum s-a menționat, lucrările de laborator au fost completate cu experimentări în șantier. Acestea au fost făcute la o sondă din schela Tîrgoviște, cu următoarele caracteristici tehnico-productive:

— perforaturi 1 542—1 528 m;
— pompa p 2 7/8 × 1 3/4 in;
— adîncimea de fixare a pompei 1 521 m;
— debit brut 27 m³;
— debit net 1,1 t;
— impurități 93 %;
— garnitura de prăjini de pompare fiind formată din 3 tronsoane, și anume:
3/4 in—518 m
1/8 in—607 m
1 in—396 m
avînd ca elemente de pompare: 13,5 curse duble pe minut și 1,85 m lungimea cursei.

La alegerea acestei sonde, s-a ținut seama de rezultatele încercărilor de laborator, care au arătat că, prin depășirea de 3 % din diametrul nominal al prăjinii, a abaterii de la coaxialitate, se reduc eforturile unitare admisibile din prăjini cu circa 25 % și că eforturile unitare maxime, și minime, calculate la nivelul superior al tronsonului de 3/4 in, aveau valori apropiate de acelea ale eforturilor unitare la limita de oboseală:

— Eforturi unitare: kgf/cm²: maxim 16,8
minim 3,8
— Eforturi unitare la limita de oboseală, kgf/cm²: maxim 18,85
minim 1,8

Dinamograma ridicată la această sondă avea alura reprezentată în figura 7.

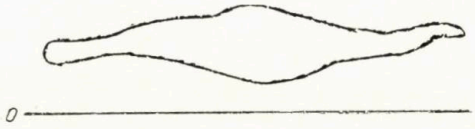



Fig. 7. Alura dinamogramei.

În interval de 7 luni, cît a fost urmărită comportarea tronsonului experimental de prăjini de pompare, s-au înregistrat 14 ruperi de

prăjini din corp în porțiunea refulată, la distanța de 150—170 mm de la cep, cifră care reprezintă peste 25 % din totalul prăjinilor din acest tronson. Aceste ruperi premature s-au produs ca urmare a concentrării de tensiuni favorizată de excentricitatea unghiulară a cepurilor, deci de particularitatea constructivă discutată anterior.

## Concluzii

1. Excentricitatea prăjinilor de pompare este un factor important care influențează solicitările din prăjini și, deci, anduranța lor.

2. Abaterea de la coaxialitatea axei cepului față de axa prăjinii, de 0,5 mm, asigură o încărcare a prăjinii de 12 tf, fără a se ajunge la fenomene de curgere.

3. În cazul abaterilor, depășind valoarea prescrisă în STAS, indiferent de mărimea lor, prăjina nu poate fi încărcată decît cel mult 9 tf, sarcină pînă la care nu apar fenomene de curgere.

4. Depășirea excentricității conduce la pierderea a circa 25 % din valoarea capacității portante a prăjinii.

5. Încărcarea neuniformă a planurilor cu excentricitate diferită atrage după sine fenomene de curgere diferite.

Planurile care conțin excentricitate maximă sînt cu circa 10—70 % mai încărcate decît planurile care conțin excentricitate minimă.

6. În condiții dinamice sau de oboseală, efectul excentricității este defavorabil față de condițiile statice studiate.

7. Încercările din șantier au confirmat rezultatele obținute în laborator.

*Prescripția din STAS 329—66, privind valoarea abaterii maxime de la coaxialitate, trebuie modificată în concordanță cu valoarea rezultată din încercări, și anume redusă la 3 % din diametrul prăjinii.*

## BIBLIOGRAFIE


1. Geller, M. Studiul cauzelor care conduc la ruperea prematură a tijelor de pompare. Tema 36 a/1962 — fond I.C.P.T.G.
2. Arcan, M. s.a. Studiul repartiției tensiunilor într-un corp cu ajutorul unui lac casant. Studii și cercetări — Institutul de Construcții, București — Sesiunea științifică, 1955.
3. Buzdugan, Gh. Tensometrie electrică rezistivă. Ed. tehnică, București, 1966.
4. Eftimescu, P. și Brătianu, R. Îmbunătățirea tehnologiei de fabricație și de exploatare a pieselor de pompă tip „P" și a prăjinilor de pompare. Fond I.C.P.T.G 1969.
5. Nădășan, Șt. ș.a. Încercări și analize de metale. Ed. tehnică, București, 1965.
6. * * * STAS 329—65. Prăjini de pompare și mufe.

# Criterii privind utilizarea rațională a puterii hidraulice la forajul unei sonde

I. Crețu

Puterea hidraulică utilizată la forajul unei sonde este, prin definiție, produsul dintre debitul volumic și presiunea de lucru corespunzătoare pompelor de circulație aferente instalației de foraj, adică :

$$P = Qp \tag{1}$$

Ea este destinată învingerii rezistențelor hidraulice implicate de elementele componente ale sistemului de circulație a fluidului de foraj putînd fi exprimată ca suma puterii consumate la sapă și a celei cheltuite sub forma căderilor de presiune în sistemul de circulație, din care se exclude sapa, astfel :

$$P = P_s + P_c = Q\,\Delta p_s + Q\,\Delta p_c. \tag{2}$$

Se afirmă, și în unele condiții de șantier s-a dovedit, că valorilor mari ale puterii consumate la sapă le sînt asociate o curățire bună a tălpii sondei de detritus, oglindită prin obținerea unor valori ridicate ale vitezei mecanice de foraj. Aceleași consecințe sînt atribuite forței de impact a jetului de fluid pe talpa sondei.

Corelarea debitului și a vitezei jetului de fluid, în scopul asigurării bunei spălări a tălpii sondei, se realizează în cadrul programelor hidraulice, elaborate pe baza unor criterii de corelare a mărimilor respective. Programele hidraulice au apărut o dată cu folosirea sapelor cu jet și sînt strîns legate de forajul cu jet.

Observațiile privind creșterea eficienței evacuării detritusului de la talpa sondei prin mărirea puterii hidraulice la sapă sau a forței de impact pe talpă au condus la formularea criteriului puterii hidraulice la sapă, respectiv a criteriului impactului hidraulic, de care ne ocupăm în această lucrare.

Puterea hidraulică necesară forajului și utilizarea ei optimă pot fi stabilite pe cale statistică, dacă în regiunea respectivă s-au săpat suficiente sonde care să furnizeze date a căror comparabilitate să fie certă și să conducă la concluzii perfect viabile. În acest sens, menționăm că puterea hidraulică necesară curățirii tălpii sondei depinde de tipul formațiunii și de adîncimea la care aceasta se găsește, de tipul sapei folosite și de programul de aplicare a apăsării pe sapă și a vitezei de rotație a sapei, de proprietățile fluidului de circulație, de instalația de foraj etc. Existența unei experiențe locale, dobîndite prin forarea anterioară a cîtorva sonde pe structura respectivă, poate permite determinarea din informațiile culese în cadrul forajelor respective a debitului corespunzător spălării optime a tălpii sondei. În acest caz, programele hidraulice ale sondelor în acea structură pot fi elaborate pe baza criteriului presiunii minime la pompe sau a criteriului spălării optime.

Criteriul presiunii minime la pompe este fondat pe ideea funcționării pompelor la cea mai mică presiune care asigură puterea necesară bunei spălări a tălpii sondei. Această putere este stabilită, în prealabil, pe baza valorilor locale ale debitului optim și ale vitezei jetului, determinate prin experimentări efectuate la forarea unor sonde pe diverse structuri. În acest sens, s-a găsit că viteza jetului care asigură o bună spălare a tălpii sondei este cuprinsă între 70 și 110 m/s. Pe de altă parte, s-a constatat că valoarea minimă a presiunii la pompe corespunde debitului, ce determină o cădere de presiune în sistemul de circulație din care se exclude sapa, egală cu 33 % din presiunea pompelor.

Programul hidraulic bazat pe criteriul presiunii minime la pompe este convenabil forajului la mare adîncime, cu sape de diametru relativ mic și, mai ales, zonelor în care forabilitatea rocilor ce compun formațiunile geologice este binecunoscută.

Programul hidraulic pentru spălare optimă are la bază puterea hidraulică la sapă, obținută din valoarea debitului optim (determinată experimental) și din viteza jetului, considerată invariabil egală cu 100 m/s.

Cantitatea insuficientă de informații necesare stabilirii programului hidraulic corespunzător presiunii minime la pompe sau a celui pentru spălare optimă face ca aceste programe să fie mai puțin răspîndite, utilizîndu-se, în schimb, programele hidraulice bazate pe criteriul puterii hidraulice la sapă sau pe cel al impactului hidraulic.

## A. Criteriul puterii hidraulice la sapă

Potrivit relațiilor (1) și (2), puterea hidraulică la sapă se exprimă sub forma :

$$P_s = Q(p - \Delta p_c) \tag{3}$$

și se poate determina, dacă se cunoaște puterea hidraulică a pompelor, debitul volumic și

căderea de presiune în sistemul de circulaţie (din care se exclude sapa).

Căderea de presiune menţionată reprezintă suma căderilor în instalaţia de suprafaţă, în prăjinile de foraj, în prăjinile grele, în spaţiul inelar aferent prăjinilor grele şi în spaţiul inelar aferent prăjinilor de foraj, adică:

$$\Delta p_c = \Delta p_{is} + \Delta p_{pf} + \Delta p_{pg} + \Delta p^*_{pf} + \Delta p^*_{pg}. \quad (4)$$

Pentru calculul lui $\Delta p_c$ se presupune, de regulă, mişcarea turbulentă şi se foloseşte relaţia lui Darcy—Weissbach, scrisă, pentru un tub circular, sub forma:

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{d_i} \frac{\rho v^2}{2}, \quad (5)$$

care este adaptabilă la cazul spaţiului inelar, prin înlocuirea lui $d_i$ cu $D-d$.

Graficul coeficientului de rezistenţă hidraulică $\lambda$ ca funcţie de numărul Reynolds, definit relativ la un lichid binghamian astfel:

$$R^*_e = \frac{\rho v d_i}{\mu + \frac{\tau_0 d_i}{6v}}, \quad (6)$$

poate fi aproximat în zona mişcării turbulente printr-o dreaptă de ecuaţie:

$$\log \lambda = -0{,}14 \log Re + \log 0{,}08$$

sau:

$$\lambda = 0{,}08\, Re^{-0{,}14} \quad (7)$$

Introducînd expresia (7) în formula (5), rezultă relaţia:

$$\Delta p = \frac{0{,}04\, l\, \rho^{0{,}86} v^{1{,}86} \left(\mu + \frac{\tau_0 d_i}{6v}\right)^{0{,}14}}{d_i^{1{,}14}}, \quad (8)$$

care, în baza ecuaţiei de continuitate, scrisă sub forma:

$$Q = \frac{\pi d_i^2}{4} v, \quad (9)$$

devine:

$$\Delta p = 0{,}04 \left(\frac{4}{\pi}\right)^{1{,}86} \frac{l \rho^{0{,}86} \left(\mu + \frac{\pi \tau_0 d_i^3}{24 Q}\right)^{0{,}14} Q^{1{,}86}}{d_i^{4{,}86}}. \quad (10)$$

Fiecare termen al relaţiei (4) poate fi exprimat sub forma (10), cu excepţia termenilor $\Delta p_{pf}$ şi $\Delta p^*_{pf}$ care includ, în afara pierderilor longitudinale de forma (10), pierderile în racordurile speciale, date de relaţia Borda-Carnot, astfel:

$$\Delta p_{rs} = n \zeta \frac{\rho v^2}{2} = n \zeta \frac{8 Q^2 \gamma}{\pi^2 g d_i^4}, \quad \zeta = 2{,}5 \left(\frac{d^2}{d_{ri}^2} - 1\right)^2, \quad (11)$$

$$\Delta p_{rs} = n \zeta^* \frac{8 Q^2 \gamma}{\pi^2 g (D^2 - d^2)^2},$$

$$\zeta^* = 2{,}5 \left(\frac{D^2 - d^2}{D^2 - d_{re}^2} - 1\right)^2. \quad (12)$$

De asemenea, pentru căderea de presiune în instalaţia de suprafaţă se pot utiliza coeficienţii căderilor de presiune obţinuţi experimental pentru diverse tipuri de încărcătoare, furtune, capete hidraulice şi prăjini pătrate [2]. În acest sens, se poate folosi relaţia:

$$\Delta p_{is} = K_{is} \gamma Q^2, \quad (13)$$

în care:

$$K_{is} = K_t + K_f + K_{ch} + K_{pp}. \quad (14)$$

În baza acestor consideraţii, relaţia (4) se poate scrie sub forma:

$$\Delta p_c = K_1 Q^2 + \left[ \frac{\left(\mu + \frac{K_2}{Q}\right)^{0{,}14}}{d_i^{4.86}} + \frac{\left(\mu + \frac{K_3}{Q}\right)^{0{,}14}}{d_{pgi}^{4.86}} + \right.$$

$$+ \frac{\left(\mu + \frac{K_4}{Q}\right)^{0{,}14}}{(D-d)^{1{,}14} (D^2-d^2)^{1{,}86}} +$$

$$\left. \frac{\left(\mu + \frac{K_5}{Q}\right)^{0{,}14}}{(D-d_{pge})^{1{,}14} (D^2-d_{pge}^2)^{1{,}86}} \right] b Q^{1{,}86}, \quad (15)$$

în care:

$$K_1 = \left[ K_{is} + \frac{8n}{\pi^2 g} \left( \frac{\zeta}{d_i^4} + \frac{\zeta^*}{(D^2 - d^2)^2} \right] \gamma;$$

$$K_2 = a d_i^3; \quad a = \frac{\pi \tau_0}{24};$$

$$K_3 = a d_{pgi}^3; \quad K_4 = a (D-d) (D^2-d^2); \quad (16)$$

$$K_5 = a (D-d_{pge}) (D^2-d_{pge}^2); \quad b = 0{,}04 \left(\frac{4}{\pi}\right)^{1{,}86} l \rho^{0{,}86}$$

Criteriul puterii hidraulice la sapă are în vedere utilizarea raţională a acestei puteri, în sensul stabilirii valorilor debitului corespunză-

toare realizării unor viteze mecanice de foraj ridicate.

La elaborarea unui program bazat pe criteriul puterii hidraulice la sapă pot apărea următoarele trei cazuri: 1) cazul presiunii de suprafață nelimitată; 2) cazul intermediar și 3) cazul presiunii de suprafață limitată. Aceste cazuri sînt prezentate, în cele ce urmează, în interdependența implicată de elaborarea programului hidraulic de acest tip.

1. *Cazul presiunii de suprafață nelimitată* Admițînd că pompele lucrează la puterea hidraulică maximă (adică la putere constantă), pentru valorile foarte mici (apropiate de zero) ale debitului, căderea de presiune $\Delta p_c$ este aproximativ zero, ceea ce cere, potrivit relației (3), o valoare foarte mare (aproximativ infinită), pentru presiunea $p$ dezvoltată de pompe. În realitate, debitul nu ia valori așa de mici, întrucît el nu trebuie să coboare sub o valoare minimă necesară asigurării evacuării detritusului din sondă.

Pentru intervalele de adîncime a sondei care corespund acestui caz, elaborarea programului hidraulic implică stabilirea debitului minim. Acesta se obține multiplicînd aria secțiunii spațiului inelar cu viteza minimă de ridicare a detritusului [6]. Cu ajutorul debitului minim, din relația (1) se calculează presiunea la pompe, iar din relația (15), căderea de presiune $\Delta p_c$. Diferența dintre presiunea la pompe și căderea de presiune $\Delta p_c$ constituie valoarea căderii de presiune la sapă, pe baza căreia se aleg orificiile sapei, care, la rîndul lor, determină viteza jetului asupra tălpii sondei.

2. *Cazul intermediar* se situează între cazul presiunii de suprafață nelimitată și cel al presiunii de suprafață limitată. Debitul de circulație, în acest caz, se obține din relația (1), folosind puterea hidraulică maximă a pompelor și valoarea limită.

3. *Cazul presiunii de suprafață limitată* presupune funcționarea pompelor la o presiune maximă (presiunea limită) și la valori ale debitului care să asigure, pentru puterea hidraulică a pompelor, o putere maximă la sapă. Valorile debitului pentru diferite intervale de adîncime a sondei se determină, așadar, ca soluții ale ecuației care exprimă condiția de maxim a funcției $P_s(Q)$, dată de relația (3), pentru presiunea pompelor constantă.

Ținînd seama de relația (15), condiția de maxim a puterii hidraulice la sapă se exprimă astfel:

$$\frac{dP_s}{dQ} = p - \left\{3k_1Q^2 + 2{,}86Q^{1{,}86}\,bf(Q) - \right.$$

$$- \frac{0{,}14}{Q^2}\left[\frac{K_2}{d_i^{4{,}86}}\left(\mu + \frac{K_2}{Q}\right)^{-0{,}86} + \frac{K_3}{d_{pgi}^{4{,}86}}\left(\mu + \frac{K_3}{Q}\right)^{-0{,}86} + \right.$$

$$+ \frac{K_4}{(D-d)^{1{,}14}\,(D^2-d^2)^{1{,}86}}\left(\mu + \frac{K_4}{Q}\right)^{-0{,}86} +$$

$$+ \frac{K_5}{(D-d_{pge})^{1{,}14}(D^2-d_{pge}^2)^{1{,}86}}\left(\mu + \right.$$

$$\left.\left. + \frac{K_5}{Q}\right)^{-0{,}86}\right] bQ^{1{,}86}\Bigg\} = 0, \qquad (17)$$

unde cu $f(Q)$ s-a notat expresia dintre parantezele mari ale relației (15).

În lucrarea [2], se folosesc pentru coeficientul $\lambda$ din relația (5) valori medii constante (determinate experimental sau prin calcul) și formula (4) îmbracă forma:

$$\Delta p_c = K_6 Q^2.$$

Condiția de maxim a puterii la sapă, în acest caz, este:

$$\frac{dP_s}{dQ} = p - 3K_6 Q^2 = 0$$

și conduce la concluzia că puterea hidraulică la sapă va fi maximă, dacă debitul va avea o valoare care să provoace în sistemul de circulație căderea de presiune $\Delta p_c$ egală cu 33 % din presiunea pompelor, rămînînd ca restul de 67 % din presiunea pompelor să fie preluat de sapă.

Aproximîndu-se Re* (definit de relația (6)) prin $\mathrm{Re} = \frac{\rho v d_i}{\mu}$ sau înlocuindu-se în relația (6) viteza $v$ în funcție de debitul $Q$, considerat constant [1], se ajunge, pentru $\Delta p_c$, la expresia:

$$\Delta p_c = K_7 Q^{1{,}86}, \qquad (19)$$

iar din condiția de maxim a puterii $P_s$, scrisă sub forma $p - 2{,}86K_7Q^{1{,}86} = 0$, rezultă că debitul trebuie calculat astfel, încît să aibă loc egalitatea:

$$\Delta p_c = \frac{1}{2{,}86}p = 0{,}35\,p,$$

care, după cum se observă, cere ca 65 % din puterea hidraulică a pompelor să se consume la sapă.

Pentru elaborarea programului bazat pe criteriul puterii hidraulice la sapă, se împarte adîncimea finală a sondei în intervale de diverse lungimi și se începe calculul parametrilor hidraulici în cadrul primului interval de la suprafața solului, admițînd aplicabilitatea cazului 1. Pompele se echipează cu cămășile, avînd diametrul cel mai mic care asigură debitul minim (capabil să realizeze liftarea detritusului) și se stabilește astfel presiunea limită (reprezentată

de presiunea maximă admisibilă a pompelor echipate în acest mod).

Aplicarea cazului 1 este justificată atunci cînd presiunea $p$, obținută din relația (1), pentru puterea maximă a pompelor și debitul minim, satisface inegalitatea:

$$p \leqslant p_l \tag{20}$$

Dacă presiunea $p$ verifică relația (20), se trece la calculul căderii de presiune $\Delta p_s$ la sapă, scăzînd din presiunea $p$ căderea de presiune $\Delta p_c$, obținută din relația (15) pentru debitul minim. Pe baza valorii lui $\Delta p_s$ se pot stabili diametrele celor trei duze ale sapei, folosind relația căderii de presiune la sapă, exprimată astfel:

$$\Delta p_s = \beta \frac{\gamma v_k^2}{2g}, \ (k = 1,2,3), \tag{21}$$

cu $\beta \simeq 0,95$.

Eliminînd între relațiile (21) și ecuația de continuitate, scrisă sub forma:

$$Q = \frac{\pi}{4} \sum_{k=1}^{3} v_k d_k^2, \tag{22}$$

vitezele $v_k$ se obține relația:

$$\sum_{k=1}^{3} d_k^2 = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{8 \gamma \beta}{g \Delta p_s}} Q \tag{23}$$

pe care trebuie să o satisfacă diametrele duzelor sapei. Pentru facilitarea folosirii relației (23) la stabilirea diametrelor duzelor sapei, în lucrarea [2] este prezentată o nomogramă a acestei relații. Viteza jetului combinat se aproximează astfel:

$$v_j = \frac{4Q}{\pi \sum_{k=1}^{3} d_k^2}. \tag{24}$$

Pentru adîncimea la care relația (20) nu este îndeplinită, se consideră aplicabil cazul 3. În consecință, pentru adîncimea respectivă, se determină debitul optim (din condiția de maxim a puterii la sapă), se calculează căderea de presiune $\Delta p_c$ (din relația (15), se scade $\Delta p_c$ din presiunea $p_l$ și, cu valoarea obținută (care reprezintă căderea de presiune $\Delta p_s$), se determină, pe baza relației (22), diametrele duzelor sapei.

Dacă puterea rezultată din relația (1), pentru debitul optim și presiunea limită, depășește puterea hidraulică maximă a pompelor, cazul 3 nu este aplicabil și locul său este luat de cazul al 2-lea.

În cadrul cazului al 2-lea, debitul de lucru se obține din relația (1) pentru puterea maximă și presiunea limită corespunzătoare pompelor.

*Exemplul 1.* Să se elaboreze programul hidraulic pe baza criteriului puterii hidraulice la sapă în cazul forării unei sonde, pentru care sînt date următoarele: instalația de foraj 3DH—200 (pompe 2PN—800 A); greutatea specifică a fluidului de circulație $\gamma = 1,2$ kgf/dm³; adîncimea maximă a sondei $H = 4\,000$ m; diametrul sapei $D = 243$ mm; viteza ascensională minimă (necesară liftării detritusului) $v_a = 0,8$ m/s; diametrul prăjinilor de foraj $d = 141,3$ mm ($d_i = 123,3$ mm); diametrul prăjinilor grele $d_{pge} = 203,2$ mm ($d_{pgi} = 90$ mm); lungimea prăjinilor grele $l_{pg} = 100$ m; viscozitatea plastică $\mu = 15$ cP; efortul tangențial inițial $\tau_0 = 0,73$ kgf/m².

Debitul minim are valoarea $Q_{min} = \frac{\pi}{4}(D^2 - 2^2) = 24,5$ l/s, care poate fi realizată de o pompă *d*PN—800 A [2], echipată cu cămăși de 6 1/2 țoli, la o turație de 50 rot./min și o presiune $p_l = 153$ kgf/cm².

Puterea hidraulică maximă a pompei este $P = 680$ CP.

Adîncimea maximă a sondei se împarte în 8 intervale egale.

Căderea de presiune $\Delta p_c$ calculată cu relația (15) la limitele celor 8 intervale este prezentată în tabela 1.

Din relația (1), se obține:

$$p = \frac{680.75}{24,5 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-4} = 208 \text{ kgf/cm}^2 > p_l,$$

ceea ce arată inaplicabilitatea cazului 1. Deci, pentru $H_1 = 500$ m se consideră aplicabil cazul al 3-lea.

TABELA 1

| Adîncimea, l m | Debitul $Q$, l/s | Pierderea de presiune, kgf/cm² | | | Căderea de presiune $\Delta p_c$, kgf/m² |
|---|---|---|---|---|---|
| | | instalația de suprafață | prăjini grele și spațiul inelar | prăjini de foraj și spațiul inelar | |
| 500 | 24,5 | 4,06 | 7,14 | 6,18 | 17,38 |
| | 33,3 | 7,45 | 12,85 | 12,16 | 32,46 |
| 1000 | 24,5 | 4,06 | 7,14 | 12,28 | 23,48 |
| | 33,3 | 7,45 | 12,85 | 24,32 | 44,62 |
| 1500 | 24,5 | 4,06 | 7,14 | 18,55 | 29,75 |
| 2000 | 24,5 | 4,06 | 7,14 | 24,72 | 35,92 |
| 2500 | 24,5 | 4,06 | 7,14 | 30,90 | 42,10 |
| 3000 | 24,5 | 4,06 | 7,14 | 37,08 | 48,28 |
| 3500 | 24,5 | 4,06 | 7,14 | 43,26 | 54,46 |
| 4000 | 24,5 | 4,06 | 7,14 | 49,44 | 60,64 |

Folosind relaţia aproximativă (19) şi datele din tabela 1, rezultă :

$$\Delta p_c = 0{,}35 \cdot 153 = 53{,}5 \text{ kgf/cm}^2;$$

$$K_7 = \frac{\Delta p_c}{Q^{1,86}} = \frac{17{,}38 \cdot 10^4}{(24{,}5 \cdot 10^{-3})^{1,86}} = 17{,}28 \cdot 10^7;$$

$$Q_{opt} = \left(\frac{53{,}5 \cdot 10^4}{1{,}728{,}10^8}\right)^{0,538} =$$

$$= 4{,}46 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s} = 44{,}6 \text{ l/s};$$

$$P = Q_{opt}\, p_l = 44{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 153 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{75} =$$

$$= 910 \text{ CP} > 680 \text{ CP}.$$

Acest rezultat arată că la adîncimea $H_1 = 500$ m nu este aplicabil nici cazul al 3-lea. Ca urmare, se va folosi cazul al 2-lea.

Procedînd conform cazului al 2-lea se obţine pentru debit valoarea :

$$Q = \frac{75 \cdot 680}{153 \cdot 10^4} = 33{,}3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s},$$

care corespunde turaţiei maxime $n = 65$ rot./min a pompei.

Pentru această valoare a debitului, rezultă $\Delta p_c = 32{,}46$ kgf/cm$^2$; $\Delta p_s = 153 - 32{,}46 = 120{,}54$ kgf/cm$^2$.

Din formula (23), se obţine mărimea :

$$\sum_{k=1}^{3} d_k^2 = \frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{8.1{,}2.10^3 \cdot 0{,}95}{9{,}81.120{,}54 \cdot 10^4}} \cdot$$

$$\cdot 33{,}3 \cdot 10^{-3} = 2{,}94 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2,$$

care necesită următoarea combinaţie de duze : $3 \times 10$ mm.

Potrivit relaţiei (24), viteza jetului va avea valoarea :

$$v_j = \frac{4.33{,}3 \cdot 10^{-3}}{3{,}14.300.10^{-6}} = 125 \text{ m/s}.$$

Pentru adîncimea $H_2 = 1\,000$ m, se presupune aplicabilitatea cazului al 3-lea. Ca urmare, rezultă : $\Delta p_c = 0{,}35 \cdot 153 = 53{,}5$ kgf/cm$^2$; $K_7 = \frac{23{,}48 \cdot 10^4}{(24{,}5 \cdot 10^{-3})^{1,86}} = 2{,}32 \cdot 10^8$; $Q_{opt} = \left(\frac{53{,}5.10^4}{2{,}32.10^8}\right)^{0,538} = 3{,}8 \cdot 10^{-2}$ m$^3$/s $= 38$ l/s; $P = 38.10^{-3} \cdot 153 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{75} = 776$ CP. Puterea necesară (776 CP) depăşeşte puterea disponibilă (680 CP) şi arată astfel inaplicabilitatea cazului al 3-lea pentru această adîncime. Deci, se foloseşte cazul a 2-lea în cadrul căruia se obţine : $Q = 33{,}3$ l/s; $\Delta p_c = 44{,}62$ kgf/cm$^2$; $\Delta p_s = 153 - 44{,}62 = 108{,}38$ kgf/cm$^2$; combinaţia de duze $2 \times 10 + 1 \times 11$; $v_j = 117$ m/s.

Pentru adîncimea $H_3 = 1\,500$ m, se admite valabilitatea cazului al 3-lea şi rezultă : $\Delta p_c = 0{,}35\ p = 53{,}5$ kgf/cm$^2$; $K_7 = \frac{29{,}75 \cdot 10^4}{(24{,}5 \cdot 10^{-3})^{1,86}} = 2{,}94 \cdot 10^8$; $Q_{opt} = \left(\frac{53{,}5 \cdot 10^4}{2{,}94 \cdot 10^8}\right)^{0,538} = 3{,}34 \cdot 10^{-2}$ m$^3$/s $= 33{,}4$ l/s; $P = 33{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot 153 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{75} \simeq$ 680 CP. Valoarea obţinută pentru puterea hidraulică confirmă aplicabilitatea cazului al 3-lea şi, mai departe, se obţine : $\Delta p_s = 0{,}65 p = 99{,}5$ kgf/cm$^2$; combinaţia de duze $1 \times 10 + 2 \times 11$ şi $v_j = 110$ m/s.

Deoarece coeficientul $K_1$, în condiţiile date, este constant, iar mărimea $K_1 Q^{0,14}$, ca şi expresia dintre parantezele mari ale relaţiei (15), variază insensibil cu debitul (putîndu-se considera constante), folosirea relaţiei (19) este acceptabilă şi debitul obţinut ca soluţia ecuaţiei (17) este, practic, acelaşi cu $Q_{opt} = 33{,}4$ l/s, calculat pe baza relaţiei (19).

Pentru adîncimea $H_4 = 2\,00$ m se presupune valabil cazul al 3-lea.

În conformitate cu acesta, se obţine : $\Delta p_c = 53{,}5$ kgf/cm$^2$; $K_7 = \frac{35{,}92 \cdot 10^4}{1{,}01 \cdot 10^{-3}} = 3{,}56 \cdot 10^8$; $Q_{opt} = \left(\frac{53{,}5 \cdot 10^4}{3{,}56 \cdot 10^8}\right)^{0,538} = 2{,}99 \cdot 10^{-2}$ m$^3$/s; $P = 29{,}9 \cdot 10^{-3} \cdot 153 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{75} = 610$ CP; $\Delta p_s = 99{,}5$ kgf/cm$^2$; combinaţia duzelor $3 \times 10$; $v_j = 112{,}5$ m/s.

La adîncimea $H_6 = 3\,000$ m, în cadrul cazului 3, se obţine : $\Delta p_c = 53{,}5$ kgf/cm$^2$; $K_7 = 4{,}78{,}10^8$; $Q_{opt} = 25{,}7$ l/s; $P = 523$ CP; duze $1 \times 9 + 2x10$; $v_j = 103$ m/s.

Se observă că, începînd cu adîncimea $H_7 = 3\,500$ m, pompa echipată cu cămăşi de 6 1/2 ţoli nu mai poate furniza presiunea necesară şi, ca urmare, se montează cămăşi de 6 1/4 ţoli, pentru care presiunea de lucru a pompelor este $p_l = 165$ kgf/cm$^2$.

Se admite valabilitatea cazului al 3-lea şi rezultă : $\Delta p_c = 0{,}35 \cdot 165 = 57{,}75$ kgf/cm$^2$; $K_7 = 5{,}38 \cdot 10^8$; $Q_{opt} = 25{,}1$ l/s; $P = 550$ CP; $\Delta p_s = 0{,}65 \cdot 165 = 107{,}25$ kgf/cm$^2$; duze $2 \times 9 + 1 \times 10$; $v_j = 101$ m/s.

Pentru adîncimea finală, potrivit cazului al 3-lea, se obţine : $\Delta p_c = 57{,}75$ kgf/cm$^2$; $K_7 = 6 \cdot 10^8$; $Q_{opt} = 24$ l/s; $P = 526$ CP; $\Delta p_s = 107{,}25$ kgf/cm$^2$; duze $3 \times 9$; $v_j = 112$ m/s.

Programul hidraulic, definitivat pe baza posibilităţilor oferite de pompele 2PN—800 A, este prezentat în tabela 2.

TABELA 2

**Programul hidraulic bazat pe puterea la sapă**

| Intervale de foraj, m | Diametrul cămăşii, ţoli | Debit, l/s | Turaţia pompei, rot/min | Combinaţia de duze,nr. x. mm | Viteza jetului, m/s |
|---|---|---|---|---|---|
| 0— 500 | 6 1/2 | 33,2 | 65 | 3×10 | 125 |
| 500—1000 | 6 1/2 | 33,2 | 65 | 2×10+1×11 | 117 |
| 1000—1500 | 6 1/2 | 33,2 | 65 | 1×10+2×11 | 110 |
| 1500—2000 | 6 1/2 | 30,6 | 60 | 3×10 | 115 |
| 2000—2500 | 6 1/2 | 28,1 | 55 | 3×10 | 106 |
| 2500—3000 | 6 1/2 | 25,5 | 50 | 1×9+2×10 | 103 |
| 3000—3500 | 6 1/4 | 26,2 | 55 | 2×9+1×10 | 105 |
| 3500—4000 | 6 1/4 | 23,8 | 50 | 3×9 | 111 |

Acceptînd valabilitatea relaţiei (19) sau a relaţiei (18), reprezentarea grafică a căderii de presiune $\Delta p_c$, în funcţie de debit, conduce, faţă de axele de coordonate carteziene logaritmice ($\log \Delta p_c$, $\log Q$), pentru diverse adîncimi ale sondei, la un fascicul de drepte paralele de pantă 1,86, respectiv 2. Pe de altă parte, relaţia (1), reprezentată grafic ca $\log p$ faţă de $\log Q$ pentru diferitele puteri hidraulice constante corespunzătoare diferitelor turaţii ale pompei, duce la o familie de drepte paralele de pantă minus unu, limitate în partea superioară de presiunile maxime, dezvoltate de pompă, potrivit diametrelor cu care aceasta poate fi echipată. Cu ajutorul acestor două familii de drepte paralele, suprapuse în cadrul unui grafic, se poate stabili programul hidraulic pe cale grafică [1, 2].

B. **Criteriul impactului hidraulic**

Curentul jetului de fluid ieşit din orificiile sapei se ciocneşte cu talpa sondei şi îşi schimbă sensul, devenind un curent ascendent. Aplicînd teorema impulsului pentru volumul de control care include zona de impact, rezultă că fluidul acţionează asupra tălpii sondei cu o forţă, numită şi forţă de impact hidraulic, a cărei mărime este dată de relaţia următoare:

$$F_i = 2\rho Q v_j. \tag{25}$$

Criteriul impactului hidraulic se bazează pe observaţia că evacuarea detritusului şi, deci, viteza mecanică de foraj depinde de forţa cu care fluidul loveşte talpa sondei. Ca urmare, programul hidraulic este subordonat ideii folosirii puterii hidraulice a pompei pentru realizarea forţei de impact maximă.

La elaborarea programelor hidraulice bazate pe criteriul impactului hidraulic se întîlnesc aceleaşi trei cazuri ca la programele hidraulice definite de criteriul puterii hidraulice la sapă.

1. *Cazul presiunii de suprafaţă nelimitată* corespunde situaţiei în care presiunea şi debitul pot varia, dar produsul lor — puterea hidraulică a pompelor—rămîne constantă. Programul hidraulic în zona valabilităţii acestui caz se obţine pe baza maximizării forţei de impact, relativ la debitul corespunzător puterii hidraulice constante a pompei.

Folosind expresia (24), relaţia (25) devine:

$$F_i = \frac{8\rho Q^2}{\pi \sum_{k=1}^{3} d_k^2}. \tag{26}$$

Prin utilizarea relaţiilor (19) şi (23), relaţia (2) îmbracă forma:

$$P = \frac{K_8}{\sum_{k=1}^{3} d_k^2} Q^3 + K_7 Q^{2,86}, \tag{27}$$

în care:

$$K_8 = \frac{8\gamma\beta}{g\pi^2}. \tag{28}$$

Eliminînd între relaţiile (26) şi (27) mărimea $\sum_{k=1}^{3} d_k^2$, se obţine formula:

$$F_i = K_9 \left( \frac{PQ - K_7 Q^{3,86}}{K_8} \right)^{1/2}, \tag{29}$$

în care:

$$K_9 = \frac{8\gamma}{\pi g} = \frac{\pi}{\beta} K_8. \tag{30}$$

Din condiţia de maxim a funcţiei (29), scrisă sub forma:

$$\frac{dF_i}{dQ} = \frac{K_9}{2\sqrt{K_8}} (PQ -$$

$$- K_7 Q^{3,86})^{-1/2} (P - 3,86 K_7 Q^{2,86}) = 0, \tag{31}$$

se obţine:

$$P = 3,86 K_7 Q^{2,86} = 3,86 \Delta p_c Q \tag{32}$$

sau:

$$\Delta P_c Q = 0,26 P,$$

adică:

$$\Delta p_c = 0,26 p. \tag{33}$$

Relaţia (33) arată că, pentru a se obţine în cazul 1 impactul maxim, trebuie ca 74% din puterea hidraulică a pompei să se folosească la sapă şi 26 %, în sistemul de circulaţie.

Debitul, în aceste condiţii, se determină din relaţia (32).

2. *Cazul intermediar* este definit pentru căderi de presiune $\Delta p_c$, cuprinse între căderile de

presiune limită, care determină aplicabilitatea cazurilor 1 și 3.

Debitul se calculează din relația (1) pentru presiunea limită a pompei (corespunzătoare diametrului respectiv al cămășilor cu care este echipată pompa) și pentru puterea hidraulică dezvoltată de pompă.

3. *Cazul presiunii de suprafață limitată* corespunde domeniului în care presiunea dezvoltată de pompă este constantă. Debitul, în acest caz, se determină astfel, încît forța de impact să fie maximă.

Introducînd în relația (31) expresia (1) a puterii hidraulice $P$ și ținînd seamă că presiunea este constantă, condiția de maxim a forței de impact se scrie sub forma:

$$\frac{dF_i}{dQ} = \frac{K_9}{2\sqrt{K_8}}(pQ^2 -$$

$$- K_7 Q^{3,87)^{-1/2}} (2p\,Q - 3{,}86\,K_7 Q^{2,86}) = 0$$

și se reduce la relația:

$$2p = 3{,}86\,K_7 Q^{1,86} = 3{,}86\,\Delta p_c,$$

din care rezultă:

$$\Delta p_c = 0{,}52\,p. \qquad (34)$$

Deci, criteriul impactului hidraulic cere, în cazul al 3-lea ca 52 % din puterea hidraulică a pompei să se folosească în sistemul de circulație și 48 % la sapă.

Pentru elaborarea programului hidraulic bazat pe criteriul impactului, se împarte adîncimea finală a sondei într-un număr de intervale și se calculează parametrii hidraulici, începînd cu primul interval de la suprafața terestră, admițîndu-se valabilitatea cazului 1. La adîncimea la care presiunea de suprafață, rezultată din relația (1), pentru puterea hidraulică a pompei și debitul optim, calculat în cadrul cazului 1, depășește presiunea disponibilă a pompei, în locul cazului 1 se folosește cazul 2. Valabilitatea cazului 2 este atestată de adîncimile la care căderea de presiune în sistemul de circulație este cuprinsă între 26 și 52 % din presiunea pompei. La adîncimile la care căderea de presiune $\Delta p_c$ relativă la debitul calculat în cadrul cazului al 2-lea depășește 52 % din presiunea pompei, se utilizează cazul al 3-lea.

*Exemplul 2.* Pentru datele prezentate în exemplu *1*, se cere să se stabilească programul hidraulic pe baza criteriului impactului. Se vor folosi datele prezentate în tabela 1.

La adîncimea $H_1 = 500$ m, se presupune valabilitatea cazului 1 și rezultă:

$$K_7 = \frac{p_c}{Q^{1,86}} = \frac{17{,}38 \cdot 10^4}{(24{,}5 \cdot 10^{-3})^{1,86}} = 1{,}728 \cdot 10^8;$$

$$Q_{opt} = \left(\frac{P}{3{,}86\,K_7}\right)^{1/2,86} = \left(\frac{680 \cdot 75}{3{,}86 \cdot 1{,}728 \cdot 10^8}\right)^{0,35} =$$

$$= 34{,}7 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m^3/s}.$$

Pentru debit, se va folosi valoarea $Q_{opt} = 35{,}5 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m^3/s}$, care poate fi obținută cu pompa 2PN—800A funcționînd cu cămăși de $6\,^3/_4$ țoli, la o turație de 65 rot./min și la o presiune $p_l = 145$ kgf/cm².

Din relația (1), se obține:

$$p = \frac{P}{Q} = \frac{680 \cdot 75}{35{,}5 \cdot 10^{-3}} = 145 \cdot 10^4\ \mathrm{kgf/m^2} = p_l,$$

ceea ce confirmă aplicabilitatea cazului 1.

Mai departe, rezultă; $\Delta p_c = K_7\,Q^{1,86} = 1{,}728 \cdot 10^8 \cdot (35{,}5 \cdot 10^{-3})^{1,86} = 3{,}52 \cdot 10^5$ kgf/m²; $\Delta p_s = p - \Delta p_c = 145 - 35{,}2 = 109{,}8$ kgf/cm²; combinația de duze $2 \times 10 + 1 \times 11$; $v_j = 125$ m/s.

La adîncimea $H_2 = 1\,000$ m, potrivit cazului 1, vom avea:

$$K_7 = \frac{23{,}48 \cdot 10^4}{(24{,}5 \cdot 10^{-3})} = 2{,}32 \cdot 10^8;$$

$$Q_{opt} = \left(\frac{680.75}{3{,}86 \cdot 2{,}32 \cdot 10^8}\right)^{0,35} = 32{,}8 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m^3/s};$$

$$p = \frac{680 \cdot 75}{32{,}8 \cdot 10^{-3}} = 156.10^4\ \mathrm{kgf/m^2} > p_l.$$

Deci, cazul 1 nu este aplicabil.

Se admite valabilitatea cazului al 2-lea și rezultă:

$$Q_{opt} = \frac{P}{p_l} = \frac{680 \cdot 72}{145 \cdot 10^4} = 35{,}5 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m^3/s};\ \Delta p_c =$$

$$= 2{,}32 \cdot 10^8 \cdot (35{,}5 \cdot 10^{-3})^{1,86} = 47{,}3 \cdot 10^4\ \mathrm{kgf/m^2}.$$

Deoarece $\Delta p_c < 0{,}52 p_l = 75{,}2$ kgf/cm², folosirea cazului al 2-lea este corectă și, mai departe, se obține: $\Delta p_s = 145 - 47{,}3 = 97{,}7$ kgf/cm²; combinația de duze $1 \times 10 + 2 \times 11$; $v_j = 117$ m/s.

Pentru adîncimea $H_3 = 1\,500$ m, se consideră aplicabil cazul al 2-lea și (procedînd în consecință) se obține: $Q_{opt} = 35{,}5 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m^3/s}$; $\Delta p_c =$

$$= \left(\frac{35{,}5}{24{,}5}\right)^{1,86} \cdot 29{,}75 = 59{,}50\ \mathrm{kgf/cm^2} > 75{,}2;$$

$\Delta p_s = 85{,}50$ kgf/cm²; combinația de duze $3 \times 11$; $v_j = 110$ m/s.

TABELA

**Programul hidraulic bazat pe criteriul impactului**

| Intervale de foraj, m | Diametrul cămăşii, ţoli | Debit, l/s | Turaţia pompei, rot./min. | Combinaţia de duze, nr. × mm | Viteza jetului, m/s, | Forţa de impact, kgf |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0— 500 | 6 3/4 | 35,5 | 65 | 2×10+1×11 | 125 | 1090 |
| 500—1000 | 6 3/4 | 35,5 | 65 | 1×10+2×11 | 117 | 1020 |
| 1000—1500 | 6 3/4 | 35,5 | 65 | 3×11 | 110 | 957 |
| 1500—2000 | 6 3/4 | 35,5 | 65 | 1×11+2×12 | 98 | 853 |
| 2000—2500 | 6 3/4 | 32,8 | 60 | 2×11+1×12 | 96 | 772 |
| 2500—3000 | 6 3/4 | 30 | 55 | 1×10+2×11 | 99 | 726 |
| 3000—3500 | 6 3/4 | 30 | 55 | 1×10+2×11 | 99 | 726 |
| 3500—4000 | 6 3/4 | 27,3 | 50 | 2×10+1×11 | 96 | 668 |

Pentru adîncimea $H_4 = 2\,000$ m, se utilizează cazul al 2-lea şi rezultă:

$Q_{opt} = 35{,}5 \cdot 10^{-3}$ m³/s; $\Delta p_c = \left(\frac{35{,}5}{24{,}5}\right)^{1{,}86} \cdot 35{,}92 =$ 71,84 kgf/cm² < 75,2 kgf/cm²; $\Delta p_s = 73{,}16$ kgf/cm²; combinaţia de duze $1\times11+2\times12$; $v_j = 98$ m/s.

Începînd cu adîncimea $H_5 = 2\,500$ m, se observă că $\Delta p_c = \left(\frac{35{,}5}{24{,}5}\right)^{1{,}86} \cdot 42{,}1 = 84{,}2$ kgf/cm² > 75,2 kgf/cm², adică valabilitatea cazului al 2-lea încetează. Ca urmare, pentru $H_5$ se foloseşte cazul al 3-lea şi se obţine: $\Delta p_c = 0{,}52$ $p_l = 0{,}52 \cdot 145 = 75{,}2$ kgf/cm²; $K_7 = \frac{42{,}1 \cdot 10^4}{(24{,}5 \cdot 10^{-3})^{1{,}86}} =$ $= 4{,}17 \cdot 10^8$; $Q_{opt} = \left(\frac{\Delta p_c}{K_7}\right)^{1/186} = \left(\frac{75{,}2 \cdot 10^4}{4{,}17 \cdot 10^8}\right)^{0{,}538} =$ $= 33{,}1 \cdot 10^{-3}$ m³/s. Pompa echipată cu cămăşi de diametru 6 3/4 ţoli furnizează debitul $Q_{opt} =$ $= 32{,}8 \cdot 10^{-3}$ m³/s la o turaţie de 60 rot./min. Mai departe, rezultă: $\Delta p_s = 69{,}8$ kgf/cm²; combinaţia de duze $2\times11+1\times12$; $v_j = 96$ m/s.

Pentru adîncimea $H_6 = 3\,000$ m, în cadrul cazului al 3-lea se obţine:

$\Delta p_c = 75{,}2$ kgf/cm²; $K_7 = \frac{48{,}28}{(24{,}5 \cdot 10^{-3})^{1{,}86}} =$ $= 4{,}78 \cdot 10^8$; $Q_{opt} = \left(\frac{75{,}2 \cdot 10^4}{4{,}78 \cdot 10^8}\right)^{0{,}538} = 31{,}1 \cdot 10^{-3}$ m³/s.

Se foloseşte debitul $Q = 30 \cdot 10^{-3}$ m³/s, produs de pompă la turaţia de 55 rot./min. Renunţînd la corelaţia respectivă asupra lui $\Delta p_c$, cerută de folosirea acestui debit, se obţine, corespunzător lui $\Delta p_s = 69{,}5$ kgf/cm², combinaţia de duze $1 \times 10 + 2 \times 11$ şi $v_j = 99$ m/s.

Pentru $H_7 = 3\,500$, aplicînd cazul al 3-lea, vom avea: $\Delta p_c = 75{,}2$ kgf/cm²;

$$K_7 = \frac{54{,}46 \cdot 10^4}{(24{,}5 \cdot 10^{-3})^{1{,}86}} = 5{,}38 \cdot 10^8;$$

$$Q_{opt} = \left(\frac{75{,}2 \cdot 10^4}{5{,}38 \cdot 10^8}\right)^{0{,}538} = 29{,}1 \cdot 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}.$$

Ţinînd seama de posibilităţile pompei, se foloseşte $Q_{opt} = 30 \cdot 10^{-3}$ m³/s şi rezultă, pentru $\Delta p_s = 69{,}5$ kgf/cm², combinaţia de duze $1\times10+2\times11$ şi $v_j = 99$ m/s.

În sfîrşit, aplicarea cazului al 3-lea la adîncimea finală $H = 4\,000$ duce la: $\Delta p_c = 75{,}2$ kgf/cm²; $K_7 = \frac{60{,}64 \cdot 10^4}{(24{,}5 \cdot 10^{-3})^{1{,}87}} = 6 \cdot 10^8$; $Q_{opt} =$ $= \left(\frac{75{,}2 \cdot 10^4}{6 \cdot 10^8}\right)^{0{,}54} = 37{,}4 \cdot 10^3$ m³/s; combinaţia de duze $2 \times 10 + 1 \times 11$; $v_j = 96$ m/s.

Programul hidraulic obţinut este prezentat în tabela 3.

Programul hidraulic bazat pe criteriul impactului poate fi stabilit şi pe cale grafică, precum şi cu ajutorul unor rigle de calcul construite în acest scop [1, 2].

## Concluzii

Criteriul puterii hidraulice la sapă sau cel al impactului hidraulic se utilizează atunci cînd pentru regiunea unde urmează să fie forată sonda respectivă nu există suficiente informaţii, furnizate de sonde forate anterior în această regiune, cu privire la puterea hidraulică la sapă sau la debitul necesar evacuării cu eficienţa maximă a detritusului din sondă pentru întreaga succesiune de strate care va fi traversată de sondă.

La elaborarea programelor hidraulice pe cale analitică se poate ţine seama de eventuala existenţă a mişcării laminare în spaţiul inelar, iar căderea de presiune în sistemul de circulaţie se poate calcula riguros.

Criteriul impactului hidraulic pare a fi ceva mai avantajos decît cel al puterii hidraulice la sapă.

Definirea în această lucrare a criteriului impactului hidraulic şi al puterii hidraulice la sapă, prin precizarea a trei cazuri de comportare, este mai completă decît în alte lucrări [2] şi poate duce la programe hidraulice mai adecvate scopului realizării unei eficienţe sporite a forajului.

## NOTAȚII

$P$ — puterea hidraulică a pompei;

$Q$ — debitul pompei;

$p$ — presiunea dezvoltată de pompă;

$P_s$ — puterea hidraulică consumată la sapă;

$P_c$ — puterea hidraulică consumată în sistemul de circulație fără sapă;

$\Delta p_s$ — căderea de presiune la sapă;

$\Delta p_c$ — căderea de presiune în sistemul de circulație (fără sapă);

$\Delta p$ — căderea de presiune;

$\Delta p^*$ — căderea de presiune în spațiul inelar;

*is, pf, pg, rs, t, ch, pp, pgi, pge, ri re,* — indici care se referă la instalația de suprafață, prăjinile de foraj; prăjinile grele; racordurile speciale, încărcător, furtun, cap hidraulic, prăjină pătrată; interiorul racordului special, exteriorul racordului special;

$\lambda$ — coeficient de rezistență hidraulică;

$l$ — lungime;

$d_i$ — diametrul interior al prăjinii de foraj;

$\rho$ — masa specifică a fluidului;

$v$ — viteza fluidului;

$\mu$ — viscozitatea dinamică;

$\tau_o$ — efortul unitar tangențial inițial;

$\xi$ — coeficient de pierdere locală;

$\gamma$ — greutatea specifică a fluidului;

$g$ — accelerația gravitației;

$D$ — diametrul sondei (sapei);

$n$ — numărul de racorduri speciale;

$p_l$ — presiunea limită (maximă) dezvoltată de pompa echipată cu cămășile respective;

$v_j$ — viteza jetului rezultant;

Re — numărul Reynolds;

$F_i$ — forța de impact.

## BIBLIOGRAFIE


1. Moore, P., Cole, F. Drilling Operations Manual. Tulsa, Oklahoma, The Petroleum Publishing Co., 1965.
2. Dravăț, I., Erhan, A., Oprișan, N. și Ormazu N. Forajul cu jet. Ed. tehnică, București, 1971.
3. Georgescu, Gh. Forajul sondelor. Ed. didactică și pedagogică, București 1966.
4. Constantinescu, D. Folosirea rațională a puterii hidraulice la sape. Petrol și gaze, nr. 12, 1963.
5. Constantinescu, M. Efectele jetului hidraulic în procesul de forare. Petrol și gaze, nr. 2, 1970.
6. Crețu, I. Evacuarea detritusului din sondă. (In curs de publicare).
7. Crețu, I. Mișcări ale unui lichid binghamian. Petrol și gaze, nr. 10, 1972.
8. Lari, I. Garnitura de foraj. Ed. tehnică, București, 1961.
9. Costin, I. Pompe și instalații de noroi. Ed tehnică, București, 1968.


# Dezvoltarea Combinatului SLOVNAFT, R.S.C.

Unul din cel mai mare și mai modern combinat pentru prelucrarea complexă a țițeiului brut din R.S. Cehoslovacă este Combinatul integrat-rafinărie și petrochimie — Slovnaft - Bratislava. Aici se produc 150 de tipuri de produse de rafinărie și petrochimice prin prelucrarea a 8 mil. t/an țiței brut primit din U.R.S.S. prin conducta Prieteniei, în lungime de 4665 km.

Producția rafinăriei include, mai ales, combustibili, uleiuri de încălzire, uleiuri de motor și altele, carburant pentru avioane, asfalt și lubrifianți pentru materiale plastice.

Materia primă de bază pentru întreaga industrie petrochimică este gazul furnizat prin prelucrarea benzinei pirolizate și prin dezintegrarea gazelor bogate de rafinărie. Polietilena de presiune înaltă de diferite culori, marca BRALEN, și polipropilena, marca TATREN, aparțin principalelor produse petrochimice.

Utilajele pentru producție sînt de un înalt nivel, multe din ele fiind construite cu participarea U.R.S.S., Japonia, Marea Britanie, Italia, R.F.G. și Austria.

Producția rafinăriei acoperă 60% din cererea Cehoslovaciei. Uleiul lor de motor MADIT OIL (varianta Special și Super) este binecunoscută. Ambele uleiuri ating parametri mondiali, ceea ce este dovedit și prin faptul că ei exportă cantități mari către țări cu producția foarte dezvoltată de uleiuri faimoase în lume.

Producția de asfalt acoperă 70% din cererea Cehoslovaciei. Cu ani în urmă era un important articol de export, cu un volum anual de 70 000 t, dar azi exportul a scăzut substanțial deoarece fiecare tonă este prețioasă, construcția de drumuri cunoscînd o creștere neobișnuită.

Bralen este, de asemenea, un produs de parametri mondiali. Producția anuală de 30 000 t nu acoperă în întregime cererea internă. Treapta următoare de extindere a producției va înlătura această lipsă, încît o parte din ea va fi exportată. S-a început, de asemenea, livrarea de polipropilenă pentru industria de fibre reprezentată prin uzina chimică Juraj Dimitrov — Bratislava.

Următoarea etapă de construcție a industriei petrochimice pentru prelucrarea complexă a țițeiului pe baza celei mai moderne tehnologii va mări în continuare importanța acestui gigant petrochimic, unul din cele mai mari din Europa Centrală.

# Unele aspecte legate de limitaţiile impuse de extracţia cu reflux de extract de compoziţie diferită de a extractului finit

## II. Stabilirea metodei de calcul

I. Precup, I. Buricatu şi D. Grigoriu

Realizarea extracţiei cu reflux de altă compoziţie decît a extractului finit este posibilă numai pentru acele perechi de valori $x_{E_1}-x_{R_0}$, care satisfac simultan, atît limitaţiile impuse de echilibrele lichid—lichid şi lichid—vapori implicate, cît şi relaţia de interdependenţă dintre acestea [1]. Valorile $x_{E_1}-x_{R_0}$ determină atît raţiile de solvent şi de reflux, numărul de echilibre teoretice din extracţie şi volumul extractorului, cît şi numărul de talere teoretice, diametrul coloanei de distilare extractivă şi consumul de căldură aferent, pentru un grad de recuperare al aromaticelor fixat. În acest scop, metoda de calcul a acestui tip de extracţie trebuie să permită obţinerea perechii de valori menţionate, pentru care realizarea procesului este optimă din punct de vedere economic.

Întrucît, în cazul determinării condiţiilor optime de lucru pentru solvenţii noi, posibil a fi utilizaţi, aspectele care trebuie soluţionate sînt mai numeroase decît în cazul îmbunătăţirii performanţelor proceselor industriale, metoda de calcul se va referi numai la primul caz. Materia primă şi concentraţia de aromatice a extractului final, dorit a fi obţinut, vor fi considerate constante. De asemenea, nu se va discuta problema determinării temperaturii optime de extracţie, considerîndu-se curba de echilibru lichid—lichid a sistemului pentru temperatura optimă.

Pentru determinarea condiţiilor optime de realizare a procesului trebuie stabilite, în prealabil, domeniile de valori pentru parametrii iniţiali, pe baza cărora se va efectua calculul propriu-zis. Aceste domenii se deosebesc de cele determinate de limitaţiile impuse de echilibrele implicate, în sensul că sînt mai restrînse.

### 1. Stabilirea domeniului de valori ale raţiei de solvent

Valorile raţiei de solvent necesare efectuării calculelor ulterioare se stabilesc pe baza faptului cunoscut că, raţia de solvent depinde de valoarea constantei de repartiţie a aromaticelor în solventul folosit, care se determină din date de echilibru lichid—lichid. Pe această bază, pentru solventul posibil a fi folosit, raţiile de solvent necesare efectuării calculului pot fi apreciate preliminar prin:

— comparaţie cu valorile constantelor de repartiţie a altor solvenţi cunoscuţi şi folosiţi industrial;

— folosirea unor relaţii empirice, obţinute pe baza corelării raţiei de solvent cu valoarea medie a constantei de repartiţie a aromaticelor. Pentru dietilenglicol, sulfolan şi N-metilpirolidonă, relaţia respectivă este [2]:

$$\overline{K}_A \cdot \left[\frac{S}{F}\right] \cong 2 \qquad (1)$$

în care:

$\overline{K}_A$ este valoarea medie a constantei de repartiţie a aromaticelor, obţinută prin integrare grafică, din curba de variaţie a constantei de repartiţie cu concentraţia de aromatice din extractul liber de solvent ($x_{E_1}$);

$S/F$ — raţia de solvent/materie primă.

Relaţia a fost stabilită pentru materii prime cu un conţinut de 40—50% gr. aromatice ($C_6$ — $C_8$), şi extract final cu concentraţie „grad de nitrare", respectiv concentraţii de aromatice de pînă la 5% în rafinatul final.

Calculele ulterioare vor fi efectuate pentru diferite valori ale raţiei de solvent, mai mari sau mai mici decît cea rezultată din relaţie, în funcţie de valorile concentraţiilor în aromatice din extractul liber de solvent, care vor fi luate în consideraţie.

### 2. Alegerea domeniului de valori ale concentraţiei de aromatice în extractul liber de solvent ($x_{E_1}$)

Alegerea acestui domeniu trebuie efectuată diferit, în funcţie de realizarea extracţiei cu reflux de extract de concentraţii de aromatice mai mari sau mai mici decît cea a materiei prime, ţinînd cont de limitaţiile prezentate în partea I-a a lucrării [1] şi de reprezentarea acestui tip de extracţie în diagrama triunghiulară. Pentru solvenţii noi, posibil a fi folosiţi, este obligatorie determinarea domeniului pentru ambele posibilităţi de efectuare a procesului.

*În cazul cînd concentraţia de aromatice din reflux ($x_{R_0}$) este mai mare decît concentraţia de*

*aromatice din materia primă* ($x_F$), $x_{E_1}$ maxim este determinat de variaţia selectivităţii cu concentraţia de aromatice din extract, pentru care numărul de echilibre teoretice este realizabil din punct de vedere practic. Orientativ, poate fi folosită relaţia empirică [2].

$$[N_t]_E \cdot \left[\frac{S}{F}\right] \cong \frac{1}{\overline{K}_A \cdot \overline{\beta}^x} \qquad (2)$$

în care :

$[N_t]_E$ este numărul de echilibre teoretice necesar în extracţie;

$S/F$ — raţia de solvent/materie primă luată în considerare;

$\overline{K}_A, \overline{\beta}$ — valorile medii ale constantei de repartiţie a aromaticelor, respectiv a selectivităţii;

$x$ — constantă, stabilită pentru dietilenglicol, sulfolan şi N-metilpirolidonă, şi egală cu 1,38—1,48.

Ţinînd cont de relaţia (1), numărul de echilibre teoretice din extracţie poate fi exprimat prin :

$$[N_t]_E \cong \frac{0{,}5}{\beta^x} \qquad (3)$$

Relaţiile (2) şi (3) sînt valabile pentru aceleaşi condiţii menţionate pentru relaţia (1).

Valoarea minimă a concentraţiei de aromatice din extractul liber de solvent trebuie să fie mai mare decît cea corespunzătoare extractului determinat de intersecţia segmentului $\overline{FW}$ cu curba de echilibru, din reprezentarea grafică în diagrama triunghiulară a extracţiei cu reflux de compoziţie diferită de cea a extractului finit [3]. Aceasta, datorită faptului că, pentru valoarea menţionată a lui $x_{E_1}$, extracţia nu poate fi realizată cu reflux (sau numai cu reflux de materie primă), întrucît punctul corespunzător amestecului de reflux cu materie primă ($G$) coincide cu materia primă ($F$). Valoarea $x_{E_1}$ minim depinde, deci, de raţia de solvent şi de concentraţia de aromatice din rafinatul finit ($x_{P_R}$).

*Pentru cazul cînd* $x_{R_0}$ *este mai mic decît* $x_F$, valoarea maximă a lui $x_{E_1}$ se alege astfel, încît concentraţia de aromatice în echilibru cu $x_{E_1}$ să fie mai mică decît cea din materia primă, întrucît numai atunci se respectă condiţia $x_{R_0} < x_F$ [1].

Valoarea minimă a concentraţiei de aromatice din extractul liber de solvent trebuie să fie mai mare decît $x_F$, deoarece, în caz de egalitate, extracţia nu are sens.

Din domeniile de valori stabilite pentru $x_{E_1}$ se aleg valorile particulare pentru efectuarea calculelor ulterioare. Acestea trebuie să acopere în întregime cele două domenii şi, cu cît numărul lor este mai mare, cu atît rezultatele obţinute prin calcul sînt mai exacte.

### 3. Alegerea domeniului de valori ale concentraţiei de aromatice din reflux ($x_{R_0}$)

Întrucît pentru fiecare valoare $x_{E_1}$ din domeniile stabilite anterior, valorile $x_{R_0}$ trebuie să satisfacă simultan atît limitaţiile impuse de

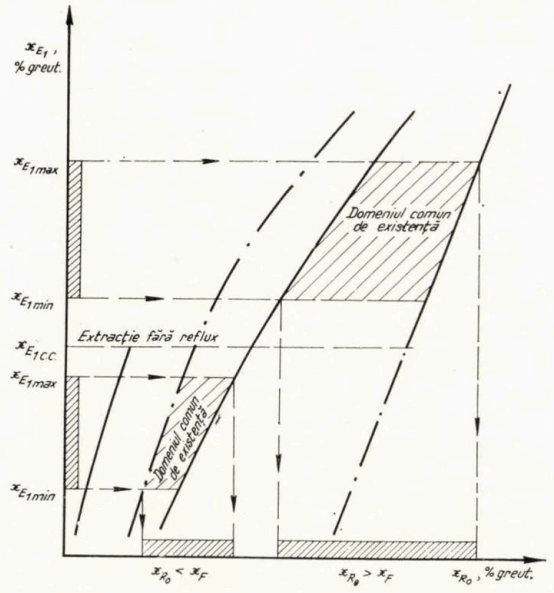



Fig. 1. Limitaţiile impuse pentru $x_{R_0}$ de echilibrele lichid-lichid şi lichid-vapori, în funcţie de domeniile de valori $x_{E_1}$ pentru raţie de solvent şi concentraţii de aromatice în materia primă, extractul şi rafinatul finit constante.

$x_{E_0}$ — concentraţia de aromatice în extractul liber de solvent, corespunzătoare extracţiei în contracurent fără reflux,
— limitaţii impuse de echilibrul lichid—lichid: — · — · limitaţii impuse de echilibrul lichid-vapori.

echilibrul lichid—lichid, cît şi de cel lichid—vapori, acestea trebuie alese din domeniul comun de existenţă. În acest scop, trebuie trasate cele două domenii limitative pe baza curbelor de echilibru lichid — lichid şi lichid — vapori, conform metodologiei prezentate în partea I [1]. În figura 1 este reprezentat schematic modul de alegere a domeniilor de valori $x_{R_1}$, în funcţie de valorile $x_{E_1}$ stabilite anterior.

### Metodologia de calcul

Valorile particulare pentru $x_{R_0}$ din cadrul domeniilor rezultate, pentru care trebuie efectuate calculele, se vor alege astfel, încît să permită folosirea lor integrală pentru fiecare valoare particulară a lui $x_{E_1}$ luată în considerare. Cu cît aceste valori particulare sînt mai numeroase, cu atît rezultatele calculelor vor fi mai precise.

Pentru uşurinţa calculelor se liniarizează variaţia $x_{E_1} - x_{R_0}$ atît pentru domeniul de extracţie (determinat de echilibrul lichid—lichid), cît şi pentru cel de distilare extractivă (determinat de echilibrul lichid—vapori). Liniarizarea se face prin intermediul raţiei de reflux necesare :

— pentru domeniul de extracţie, din reprezentarea grafică în diagrama triunghiulară,

la raţie constantă de solvent, urmărind variaţia raţiei de reflux, în funcţie de $x_{E_1}$, $x_{P_R}$, $x_{R_0}$ şi de lungimea segmentului $\overline{FG}$, rezultat prin construcţie, aşa cum se observă din figura 2.

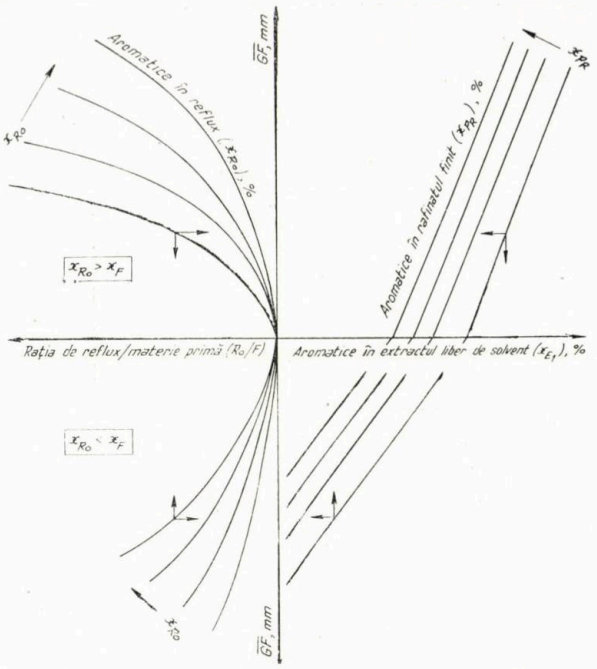



Fig. 2. Variaţia raţiei de reflux impusă de echilibrul lichid-lichid, în funcţie de concentraţia de aromatice a extractului liber de solvent, a refluxului, respectiv a rafinatului finit, pentru raţie de solvent şi concentraţii de aromatice în materia primă şi extractul finit constante.

Pentru a putea stabili şi influenţa lui $x_{P_R}$ asupra procesului, în figura 2 s-a considerat şi $x_{P_R}$ variabil, deşi, uzual, se fixează $x_F$, $x_{P_E}$ şi $x_{P_R}$ constante :

— pentru domeniul de distilare extractivă din bilanţul material al acesteia şi anume:

$$x_{E_1}(P_E + R_0) = x_{P_E} \cdot P_E + x_{R_0} \cdot R_0 \quad (4)$$

din care se deduce :

$$\frac{R_0}{P_E} = \frac{x_{P_E} - x_{E_1}}{x_{E_1} - x_{R_0}}$$

Raţia de reflux/materie primă ($R_0/F$) este determinată, pe baza considerentelor expuse în partea I, din relaţia :

$$\frac{R_0}{F} = \frac{x_{P_E} - x_{E_1}}{x_{E_1} - x_{R_0}} \cdot \frac{x_F - x_{P_R}}{x_{P_E} - x_{P_R}} = \frac{R_0}{P_E}\,\eta_{P_E} \quad (5)$$

în care $\eta_{P_E}$ este randamentul de extract finit.

În figura 3 sînt reprezentate variaţiile valorilor $R_0/P_E$ şi $\eta_{P_E}$ în funcţie de $x_{E_1}$, $x_{R_0}$, respectiv $x_{P_R}$.

Prin intermediul figurilor 2 şi 3, pentru linearizarea menţionată anterior, se reprezintă dreptele corespunzătoare raţiilor de reflux, în funcţie de $x_{E_1}$ şi $x_{R_0}$ pentru $S/F$ şi $x_{P_R}$ (corespunzător gradului de recuperare a aromaticelor urmărit) constante, atît pentru extracţie, cît şi pentru distilarea extractivă. Valorile perechilor $x_{E_1} - x_{R_0}$ care satisfac simultan limitaţiile impuse de cele două echilibre implicate şi de relaţia de interdependenţă dintre acestea (adică produsul distilat în distilarea extractivă este egal cu

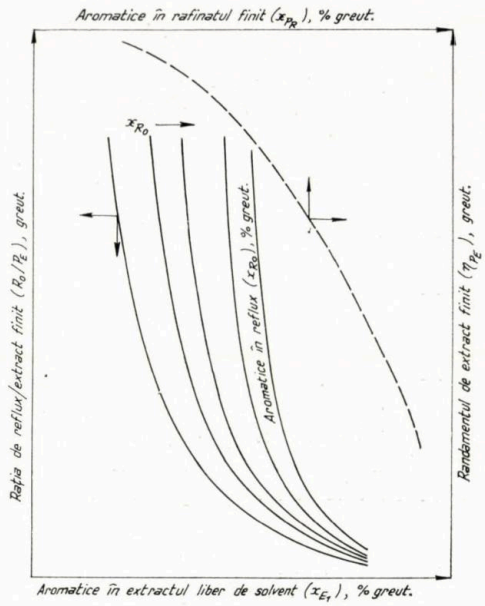



Fig. 3. Variaţia raţiei de reflux/extract finit/impusă de echilibrul lichid-vapori, în funcţie de concentraţiile de aromatice ale extractului liber de solvent, respectiv a refluxului şi a randamentului de extract finit, în funcţie de concentraţia de aromatice a rafinatului finit, pentru concentraţii de aromatice în materia primă şi extractul finit constante.

refluxul introdus în extracţie [1]), se vor găsi la intersecţiile dreptelor, care reprezintă $R_0/F$ pentru extracţie şi distilarea extractivă şi care sînt cuprinse în domeniile comune de existenţă, după cum reiese din figura 4. Dreptele, care

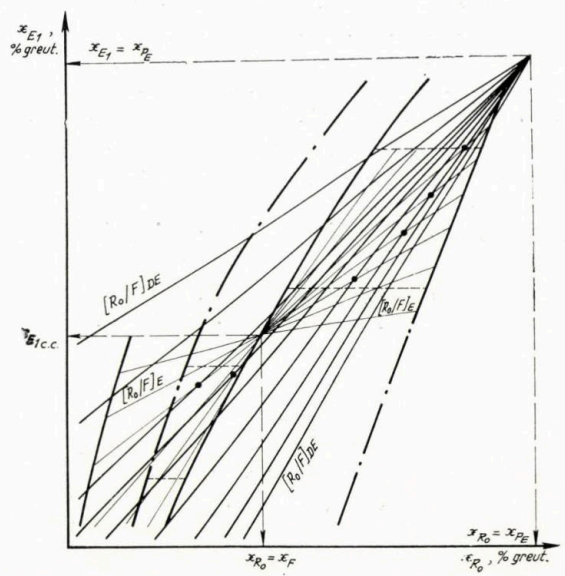



Fig. 4. Variaţia raţiilor de reflux, impuse de cele două echilibre implicate, în funcţie de perechile de valori $x_{E_1} - x_{R_0}$ pentru raţie de solvent şi concentraţii de aromatice în materia primă, extractul şi rafinatul finit, constante.
*E* – extracţie; *DE* – distilare extractivă.

reprezintă raţiile de reflux din extracţie ($[R_0/F]_E$), au fost obţinute pe baza figurii 2, prin determinarea perechilor $x_{E_1}-x_{R_0}$, care corespund unei raţii de reflux, respectiv unei concentraţii de aromatice în rafinatul finit, constante. Dreptele corespunzătoare produsului distilat din distilarea extractivă (raţiile de reflux determinate de echilibrul lichid–vapori $[R_0/F]_{DE}$) au fost obţinute din figura 3, ţinînd cont şi de relaţia (5).

Din figură, se constată — ceea ce poate fi demonstrat şi matematic — că există o convergenţă a dreptelor, care reprezintă variaţia raţiilor de reflux, şi anume :

— pentru extracţie, dreptele converg spre valoarea $x_{E_1}$, determinată de intersecţia segmentului $\overline{FW}$ cu curba de echilibru, $x_{E_{ic.c.}}$, (cînd $G$ şi $F$ coincid), respectiv $x_{R_0} = x_F$ ;

— pentru distilarea extractivă, convergenţa se obţine în cazul egalităţii $x_{E_1} = x_{R_0} = x_{P_E}$, adică pentru extracţia cu reflux de aceeaşi compoziţie cu cea a extractului finit. În acest fel, numărul de valori particulare $x_{E_1}-x_{R_0}$, necesar a fi luat în calcule, se reduce considerabil, deoarece este necesar ca, pentru o raţie de reflux dată, să se cunoască o singură pereche $x_{R_0} - x_{E_1}$.

Dintre perechile de valori $x_{E_1}-x_{R_0}$, astfel determinate, trebuie să se aleagă perechea ce prezintă cele mai mari avantaje economice (sau care satisface anumite limitaţii particulare din punct de vedere economic). În acest scop, se reprezintă variaţiile numărului de echilibre teoretice necesare în extracţie şi distilarea extractivă ($[N_t]_E$, $[N_t]_{DE}$), raţiile de reflux, consumul de căldură în distilarea extractivă ($Q_{DE}$), diametrul coloanelor de extracţie şi de distilare extractivă ($\Phi_E$, $\Phi_{DE}$) etc., în funcţie de perechile de valori $x_{E_1} - x_{R_0}$.

Numărul de echilibre teoretice în distilarea extractivă se trasează pe baza curbelor de echilibru lichid—vapori „fără solvent", ţinînd cont de realizarea practică particulară a acesteia [4].

Pentru calculul numărului de echilibre teoretice în extracţie este indicat să se folosească reprezentarea în diagrame de repartiţie sau de selectivitate. Pentru calculul consumului de căldură în distilarea extractivă şi a diametrului coloanei, trebuie cunoscută, în prealabil, cantitatea de solvent din reflux (sau solvent cu apă, în cazul cînd solventul conţine apă), ceea ce necesită determinări experimentale suplimentare.

Pentru alegerea, în final, a raţiei de solvent şi a perechii de valori $x_{E_1}-x_{R_0}$, optime din punct de vedere economic, este necesar să se repete calculele şi pentru raţii de solvent şi concentraţii de aromatice în rafinatul finit, diferite, alese din domeniul stabilit anterior.

Metoda de calcul prezentată se aplică la determinarea condiţiilor optime de lucru pentru solvenţii noi, posibil a fi utilizaţi, triaţi în prealabil, pe baza valorilor selectivităţii şi a coeficientului de repartiţie la diluţie infinită, a temperaturii critice de solubilitate, a legăturilor de hidrogen etc.

Metodologia de calcul stabilită este valabilă şi pentru studiul îmbunătăţirii performanţelor instalaţiilor industriale în funcţiune, pretîndu-se chiar la unele simplificări.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Precup, I., Buricatu, I., Grigoriu, D. Petrol şi gaze, **24**, nr. 10, 1973, p. 622.
2. Despa, St., Grigoriu, D., Ivănescu, D., Ciocotoiu, D., Precup, I. Comparaţie tehnico-economică între procedeele de extracţie a aromaticelor $C_6-C_8$ cu dietilenglicol, sulfolan şi N-metil-pirolidonă. Lucrare de colaborare I.C.P.R. — I.P.G.G., 1972.
3. Precup. I., Grigoriu, D., Petrol şi gaze, **18**, nr. 6, 1967, p. 334.
4. Robu, V.I. Procese şi aparate de separare în industria petrolului şi petrochimie. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1968, p. 367.

# Stabilirea cauzelor accidentelor de muncă

M. Metsch

Scopul stabilirii cauzelor accidentelor de muncă este prevenirea cît mai completă a accidentelor de muncă, prin luarea măsurilor necesare, pentru a elimina, pe cît posibil, toate cauzele fiecărui accident, în vederea evitării, în viitor, a unor accidente similare.

Precum reiese din literatura de specialitate [1, 2, 3, 4, 5], producerea unui accident de muncă se datorește, de regulă, mai multor cauze, în sensul că un anumit accident nu s-ar fi produs, dacă nu ar fi existat una din aceste cauze.

În cele ce urmează, se prezintă două exemple de stabilire a cauzelor a două accidente de muncă ipotetice.

**Exemplul I**

În timpul cînd se prelucra la strung un cilindru de motor, cilindrul s-a desprins de la planșaibă, căzînd și rănind pe strungar la picior.

S-au stabilit următoarele cauze ale accidentului :

1. Strungarul pentru a accelera lucrarea, a luat un șpan prea gros din cilindru.

2. Cuțitul de strung nu a fost reglementar ascuțit la sculărie.

3. Cuțitul de strung a fost confecționat din material necorespunzător.

4. Șuruburile bacurilor de fixare ale planșăibii au fost uzate, deoarece nu s-a respectat termenul de revizie-reparație a strungului.

5. Strungarul nu a verificat starea de funcționare a strungului înainte de a începe lucrul.

6. Strungarul a venit la lucru obosit, deci cu reflexele slăbite ; în consecință, nu s-a ferit cu suficientă viteză de piesa care a căzut de pe strung.

O cercetare mai profundă decît cea efectuată și prin care s-au stabilit cele 6 cauze ale accidentului de muncă, indicate anterior, ar fi putut evidenția un număr de cauze adiționale, ca, de exemplu :

La cauza 1 : Strungarul a accelerat lucrarea, pentru că :
1.1. A primit dispoziția să se grăbească și (sau)
1.2. Lucrînd în acord, a vrut să-și mărească cîștigul.

La cauza 2 : Cuțitul nu a fost reglementar ascuțit, pentru că :
2.1. Sculerul, lipsind de la serviciu, a fost temporar înlocuit de un muncitor mai puțin calificat și (sau)
2.2. Instrumentul pentru controlul cuțitului a fost defect.

La cauza 3 : Cuțitul a fost din material necorespunzător, pentru că :
3.1. A lipsit temporar materialul corespunzător și (sau)
3.2. Sculerul a confundat materialul folosit cu cel corespunzător.

La cauza 3.1. : Materialul corespunzător a lipsit, pentru că
3.1.1. S-a omis să se comande materialul, sau
3.1.2. S-a comandat materialul, dar comanda nu a fost aprobată de direcția unității, sau
3.1.3. Unitatea a comandat materialul, dar sosirea lui a întîrziat.

La cauza 4 : Șuruburile planșaibii s-au uzat, pentru că :
4.1. Au fost confecționate nereglementar (dimensiuni greșite, neprecise) și (sau)
4.2. Au fost din material necorespunzător și (sau)
4.3. S-au folosit, pentru șuruburi, piulițe nepotrivite.

La cauza 5 : Strungarul nu a verificat strungul înainte de lucru, pentru că :
5.1. S-a grăbit și (sau)
5.2. Nu a fost suficient instruit privitor la obligațiile sale.

Pe lîngă cauzele adiționale de mai sus, o cercetare mai profundă ar fi putut indica și alte cauze, ca :

7. Strungul la care s-a prelucrat cilindrul a fost de construcție prea ușoară.

8. Strungarul nu a strîns șuruburile bacurilor de planșaibă suficient de mult, pentru că :
8.1. S-a grăbit și (sau)
8.2. Neavînd la dispoziție o cheie potrivită, a folosit o cheie de dimensiuni necorespunzătoare.

**Exemplul II**

Muncitorul N. a intrat într-un rezervor de țiței care fusese golit cu o jumătate de oră înainte, pentru a curăța nămolul depus pe fundul

rezervorului. După ce a lucrat circa 40 de minute, muncitorul a căzut, asfixiat de gaze, şi s-a lovit la baza craniană.

Din cercetarea cauzelor accidentului, au reieşit următoarele:

1. Timpul de o jumătate de oră, lăsat pentru aerisirea rezervorului după golire, a fost prea scurt, fără să se fi făcut, în prealabil, aburirea şi spălarea acestuia.

2. Muncitorul care, conform normelor de securitatea muncii, trebuia să urmărească de afară munca tovarăşului care curăţa rezervorul, a plecat în altă parte, fără a cere voie.

3. Furtunul măştii folosite de accidentat a fost neetanş, permiţînd trecerea gazelor din rezervor în căile de respiraţie ale muncitorului.

4. Masca nu a fost controlată înainte de folosire.

5. Accidentatul, în ultimele 6 luni, nu a participat la nici un instructaj privind normele de protecţia muncii.

O cercetare mai profundă decît cea efectuată, prin care s-au stabilit cele 5 cauze ale accidentului de muncă indicate mai sus, ar fi putut evidenţia un număr adiţional de cauze, ca :

La cauza 1 : Timpul de aerisire a rezervorului a fost prea scurt, pentru că:
1.1. Celelalte rezervoare de ţiţei din schelă fiind pline, s-a impus accelerarea curăţării acestui rezervor, pentru a nu opri producţia schelei.

La cauza 1.1 : Umplerea tuturor rezervoarelor din schelă s-a datorat :
1.1.1.unui defect la staţia de pompare sau (şi)
1.1.2. opririi curentului electric pe reţea.

La cauza 3 : Furtunul măştii folosite a fost neetanş, pentru că :
3.1. S-a livrat de către fabrică în stare defectă şi n-a fost verificat de către beneficiar la recepţie sau (şi)
3.2. S-a defectat în timpul folosirii anterioare sau (şi)
3.3 A fost defectat de către accidentat din cauza unei manipulări incorecte.

La cauza 5 : Accidentatul nu a fost suficient instruit cu privire la normele de protecţia muncii, pentru că :
5.1. Serviciul de protecţia muncii al schelei a dus lipsă de personal de instrucţie.
5.2. A fost bolnav, cînd s-a ţinut ultimul instructaj de protecţia muncii.

Pe lîngă cauzele adiţionale de mai sus, o cercetare mai profundă ar fi indicat şi alte cauze, ca:

6. Accidentatul la intrare la lucru a fost obosit, pentru că lucrase, înainte, timp de opt ore, ţinînd locul altui tovarăş care lipsea de la serviciu.

7. Accidentatul purta în timpul lucrului bocanci cu tălpi de cauciuc, tocite, care au contribuit la alunecarea şi la căderea lui.

În cele două exemple, s-au stabilit mai multe fapte care au dus la producerea fiecărui accident. Dacă nu ar fi existat unul din faptele stabilite, probabilitatea producerii accidentului respectiv ar fi fost eliminată sau mult redusă. De aceea, aceste fapte se consideră cauzele accidentelor, iar prevenirea, în viitor, cît mai sigură a unor accidente similare este condiţionată de luarea de măsuri, pentru a înlătura toate cauzele care au contribuit la producerea accidentelor cercetate.

Conform exemplelor I şi II, cauzele accidentelor pot fi grupate pe mai multe categorii :

— Cauzele numerotate cu cîte un singur număr ca : 1 ; 2 ; 3 ; etc., care se pot denumi cauze de categoria întîia, sau cauze directe ; aceste cauze acţionează, de obicei, paralel, respectiv simultan.

— Cauzele numerotate cu cîte două numere ca : 1.1 ; 3.2 ; 4.1; 5.1 etc., cauze de categoria a doua; ele sînt de fapt cauzele cauzelor de categoria întîi, acţionînd oarecum în serie cu acestea respectiv cauzele de categoria întîi acţionează consecutiv faţă de cauzele de categoria a doua.

— Cauzele numerotate cu cîte trei numere, ca : 3.1.1. ; 3.1.2 ; 3.1.3., de la exemplu I sau : 1.1.1. ; 1.1.2, de la exemplul al II-lea care pot fi denumite cauze de categoria a treia, ele fiind de fapt cauzele cauzelor de categoria a doua, acţionînd oarecum în serie cu acestea, respectiv cauzele de categoria a doua acţionează consecutiv faţă de cauzele cateoriei a treia.

— În mod similar, se pot, eventual stabili cauze de categoria a patra etc.

Cauzele de categoria întîi se pot numi şi cauze directe (imediate), iar cauzele categoriilor superioare se pot numi şi cauze indirecte. Trebuie însă menţionat că, în general, contribuţia unei cauze indirecte la producerea unui accident de muncă poate fi tot atît de importantă ca şi contribuţia unei cauze directe.

Pentru acest motiv, este necesar să se stabilească toate cauzele, respectiv cît mai multe cauze ale accidentelor produse, pentru ca, prin măsurile luate în vederea evitării acestor cauze, în viitor să se realizeze o protecţie multilaterală şi cît mai completă a muncii.

Pentru accidentul din exemplul I, s-au indicat în total 24 de cauze, din care 8 cauze directe, iar pentru exemplul al II-lea, s-au indicat în total 16 cauze, din care 7 cauze directe. Este uşor de văzut că, prin conducerea mai departe a cercetărilor, numărul cauzelor ar fi putut să fie mărit, atît numărul cauzelor directe, cît şi cel al cauzelor indirecte. Cauzele, în special cele indirecte, pot depăşi competenţa întreprinderii în cadrul căreia s-a produs accidentul,

trecînd în competența unității superioare (trust, grup industrial, centrală industrială), mai departe, eventual, la competența instituției tutelare centrale (minister) sau a altei instituții centrale ; spre exemplu, dacă o cauză a accidentului a fost lipsa unui material de import, de a cărui procurare a fost responsabilă altă instituție centrală decît instituția centrală tutelară a unității la care s-a produs accidentul.

În practica întocmirii fișelor de sesizare a accidentelor de muncă, se indică, de obicei cîte o singură cauză pentru fiecare accident, mai rar, două cauze și foarte rar, trei cauze. Cauzele indicate în fișele de sesizare sînt, de regulă, cauze directe (în sensul celor expuse mai sus), din care, marea majoritate sînt cauze provenite din deficiențe în activitatea însești a persoanelor accidentate. Acest sistem de raportare a accidentelor de muncă este comod, însă incomplet, deoarece, în primul rînd, nu amorsează luarea tuturor măsurilor necesare, pentru a evita, pe viitor accidente similare. Din contră, în cazurile în care se indică numai o cauză provenită din deficiența accidentatului se omit uneori multe măsuri, pentru a menaja alte persoane, care, prin deficiențele lor, au contribuit la accidente. Deoarece protecția cît mai completă a muncii este o sarcină de primă importanță, ceea ce reiese și din aceea că, pe de o parte, statul cheltuiește anual miliarde pentru protecția muncii, respectiv pentru prevenirea accidentelor, iar că, pe de altă parte, pagubele cauzate economiei naționale prin accidentele de muncă se ridică la valori foarte mari.

În consecință, se consideră necesar să se intensifice cercetarea cauzelor accidentelor de muncă. Deoarece, însă, trecerea totală de la procedeele aplicate, de obicei, la procedeele care se recomandă, conform celor expuse în articolul de față, ar însemna un salt brusc, se propune ca, la început, aprofundarea cercetării cauzelor accidentelor de muncă să fie realizată integral la accidentele grave, care au condus la o incapacitate de muncă de durata mai lungă decît 30 de zile, la invaliditate sau la moarte, urmînd ca, în viitorul apropiat, procedeul să fie extins asupra tuturor accidentelor de muncă înregistrate.

Se consideră rațional ca serviciile de protecția muncii ale întreprinderilor să meargă cu cercetarea cauzelor accidentelor de muncă numai pînă la cauzele care sînt de competența întreprinderilor la care lucrează, apoi cauzele care sînt de competanța unităților superioare, instituțiilor centrale sau altor unități, să fie cercetate de serviciile de protecția muncii ale acestor unități, ceea ce înseamnă că serviciile de protecția muncii ale unităților superioare nu trebuie să se limiteze la simple înregistrări, concentrări și trageri de concluzii, în legătură cu datele primite de la unitățile tutelate, ci să caute să lărgească materialul primit cu material nou care nu este cunoscut de unitățile tutelate.

Cercetarea multilaterală și cît mai completă a cauzelor accidentelor de muncă, precum și stabilirea altor condiții și situații ce caracterizează accidentele de muncă, va aduce un volum mare de date utile pentru studiul protecției muncii. Acest număr mare de date, clasificate rațional, poate fi prelucrat rapid cu mașinile moderne de calculat cu ajutorul cartelelor, iar studiul și cercetarea rezultatelor va duce la îmbunătățirea generală a protecției muncii și la micșorarea numărului și gravității accidentelor de muncă pe ansamblul economiei naționale.

## Concluzii

De obicei, în producerea unui accident de muncă, există mai multe cauze, precum reiese din literatura de specialitate și așa cum se ilustrează prin exemplele de cercetare a cauzelor a două accidente. Urmează, de aici, necesitatea de a stabili toate cauzele, respectiv cît mai multe cauze ale fiecărui accident de muncă, pentru ca să se poată realiza prevenirea multilaterală și cît mai completă a unor accidente similare cu cele cercetate. De stabilirea cauzelor unui accident nu trebuie să se ocupe numai serviciul de protecția muncii al întreprinderii la care s-a întîmplat accidentul, dar și serviciile de protecția muncii ale unităților tutelare.

### BIBLIOGRAFIE


1. * * * Die Analysierung der Arbeitsunfälle und ihre Auswertung. Ing. Gerhard Ott. Arbeitsschutz, Aktuell Interessant, Nr. 3/1966, Verlag Tribüne, Berlin, R.D.G.
2. * * * Die Untersuchung von Arbeitsunfällen. Eberhard Bretschneider. Arbeitsschutz, Aktuell Interessant, nr. 2/1966, Verlag Tribüne, Berlin, R.D.G.
3. * * * Handbuch für den Arbeitsschutz. H. Berthel u.a. Verlag Tribüne Berlin R.D.G., 1966.
4. * * * Industrial Safety, Roland P. Blake, 3 rd. Ed. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, M.I. 1964, S.U.A.
5. * * * Methoden der Unfallermittlung und Unfallstatistik. Dr. R. Gniza, Verlag Tribüne, Berlin R.D.G., 1958

# Aspecte ale unei colaborări rodnice

S. Gipp *

Relaţiile economice dintre R.D.G. şi R.S. România se află în continuă dezvoltare în intersul ambelor părţi. În cei zece ani, ce s-au scurs între 1962 şi 1972, ritmul mediu de creştere anuală a schimburilor comerciale a fost de 12%.

Această creştere se datoreşte în mod determinat activităţii Comisiei Interguvernamentale create în martie 1963, care are sarcina de a asigura dezvoltarea şi adîncirea multilaterală a relaţiilor economice şi culturale între R.D.G. şi R.S. România.

Hotărîrile luate cu ocazia vizitei de prietenie a delegaţiei de partid şi guvernamentale a R.D. Germană în R.S. România în mai 1972 ca şi *prevederile Programului Complex de integrare economică socialistă au deschis o nouă etapă în colaborarea industriilor chimice ale ţărilor noastre*. Între miniştrii industriei chimice şi Grupa de lucru Chimie din cadrul Comisiei Interguvernamentale au avut loc întîlniri regulate, dintre care ultima s-a desfăşurat în februarie 1973 în R.D.G.

Rezolvarea multiplelor probleme în domeniul prelucrării ţiţeiului şi petrochimiei cere însă în afară de aceasta şi o colaborare strînsă şi directă între întreprinderile şi instituţiile ce activează pe acest tărîm. Din această cauză ministerele industriei chimice ale celor două ţări au luat hotărîrea de a forma o grupă de lucru specială, care şi-a început activitatea în octombrie 1971. Succesele obţinute de această grupă de lucru pentru prelucrarea ţiţeiului şi petrochimiei au fost apreciate ca deosebite în cadrul unei analize asupra eficienţei Comisiei Interguvernamentale.

Această grupă de lucru este reprezentată în R.D.Germană în primul rînd prin Combinatul Petrochimic Schwedt (VEB Petrochemisches Kombinat Schwedt).

**Dezvoltarea şi importanţa Combinatului Petrochimic Schwedt**

Industriile de prelucrare a ţiţeiului şi petrochimice ale R.D. Germană şi R.S. România s-au dezvoltat pornind de la diverse premise şi în condiţii istorice diferite.

In R.S. România începuturile extracţiei de ţiţei se plasează cu peste o sută de ani în urmă iar în baza zăcămintelor indigene de ţiţei a fost creată o puternică industrie de prelucrare. În schimb pînă în 1945 nu au fost practic de loc dezvoltate celelalte ramuri ale industriei. În anul întemeierii — 1949, a existat în R.D. Germană o industrie chimică dezvoltată, bazată pe extinsele zăcămite carbonifere indigene. În schimb, în afara unor capacităţi total neimportante, nu a existat nici un fel de industrie de prelucrare a ţiţeiului. Această ramură industrială a fost creată la Schwedt, în partea de nord-est a R.D. Germane într-o regiune slab industrializată.

În acelaşi timp a început construcţia Complexului Petrochimic Leuna II (raionul Halle).

În urma hotărîrii luate de al V-lea Congres al P.S.U.G. din anul 1958, au început, în 1959, lucrările de construcţie la noul combinat de la Schwedt. În paralel cu combinatul a fost realizată magistrala „Prieteniei", a cărei ramură nordică îşi are punctul terminus la Schwedt. La 18 decembrie 1963 a ajuns în parcul de rezervoare de la Schwedt după un parcurs de 18 zile primul ţiţei sovietic. La 1 aprilie 1964 au intrat în probe tehnologice primele secţii ale rafinăriei.

Instalaţiile de prelucrare a ţiţeiului ce fac parte din sectorul de bază al Combinatului Petrochimic Schwedt, în care lucrează astăzi peste 7 000 de muncitori, sînt rezultatul strînsei cooperări germano-sovietice. Aceasta, nu numai sub aspectul că U.R.S.S. furnizează 90% din ţiţeiul prelucrat în R.D.G., ci prin ajutorul extins dat de experţii sovietici în proiectarea, construcţia şi punerea în funcţiune a instalaţiilor rafinăriei precum şi în specializarea colectivului de ingineri.

Combinatul Petrochimic, care cuprinde în afara rafinăriei de bază de la Schwedt încă alte 11 întreprinderi din R.D.G. cu un total de 28 000 salariaţi, a prelucrat în 1972 10,4 mil. t ţiţei obţinîndu-se gaze lichefiate, *n* şi *i*-butan, benzină (CO 79, 88 şi 94) motorină (normală şi pentru condiţiile extremului Nord, carburanţi pentru turboreactoare, combustibili lichizi, asfalt (B200 şi B80), compuşi aromatici (benzen, toluen, *o*-xilen), sulf şi alte produse.

Cu începere din 1969, au fost puse în funcţiune şi instalaţii petrochimice speciale. Ele produc, printre altele, nitrocalcarul pentru agricultură, ca şi acrilonitrilul şi acidul tereftalic pentru fibre sintetice. Este de relevat în mod deosebit fabricarea *n*-parafinelor şi cianurii de sodiu

* Directorul adjunct pentru cercetare şi dezvoltare a Combinatului Petrochimic Schwedt (RDG).

prin tehnologii proprii și în instalații dezvoltate în R.D.G.

Printre produsele Combinatului Petrochimic Schwedt se mai numără benzina alchilată, benzina de aviație, lubrifianți, uleiuri electroizolante, parafine, ceruri, vaseline, materiale bituminoase pentru construcții, fenoli, naftalină, piridină, cocs de electrozi dizolvanți ș.a.

Directivele Congresului al VIII-lea al P.S.U.G. cu privire la realizarea prevederilor planului cincinal prevăd sarcini importante pentru colectivele Combinatului Petrochimic Schwedt. Printre altele, prelucrarea țițeiului în R.D.G. trebuie să crească pînă în 1975 la 18 mil. tone. În paralel cu aceasta urmează realizarea unor noi instalații petrochimice pentru a ajunge în 1975 un grad de valorificare a hidrocarburilor naturale în scopuri petrochimice de circa 7%. În acest sens este deosebit de importantă instalația de creare a benzilor care trebuie să asigure fabricarea a 300 kt/an etilenă, și care se construiește la Böhlen (raionul Leipzig).

**Aceleași țeluri — căi comune**

Hotărîrile celui de la VIII-lea Congres al P.S.U.G. sînt orientate univoc spre ridicarea în continuare a nivelului de trai al populației din R.D.G. Țeluri similare a fixat și P.C.R. pentru dezvoltarea R.S. România. Identitatea sarcinilor și faptul că nici una din cele două state nu poate rezolva în același timp toate problemele din vastul domeniu al chimiei, impun ca colaborarea economică să devină, din ce în ce mai strînsă. Din această cauză combinatul Petrochimic Schwedt a stabilit în ultimii ani relații de colaborare prietenească și planificată cu numeroși parteneri din R.S. România. În domeniul tehnologiilor de rafinare, inclusiv al producției de lubrifianți, parafină și asfalt există relații strînse cu Centrala industrială de rafinării și petrochimie Ploiești. Colaborarea se extinde și asupra problemelor de protecție a mediului (tratarea apelor uzate, protecția aerului, îndepărtarea nevătămătoare a reziduurilor, protecția la coroziune etc.). Împreună cu Combinatul petrochimic Pitești se rezolvă în comun probleme din domeniul produselor petrochimice de bază pentru plastomeri, elastomeri și fibre sintetice (compuși aromatici, olefine, acrilonitril), procedîndu-se la schimburi de experiențe în construcția, exploatarea și dezvoltarea instalațiilor de creare și de separare a gazelor.

În domeniul îngrășămintelor azotoase partenerii Combinatului Petrochimic Schwedt sînt Combinatul chimic de la Craiova și Combinatul de îngrășăminte chimice Turnu Măgurele. Prin asistența socialistă reciprocă a colectivelor combinatelor din Craiova și Schwedt s-a reușit să se ajungă la succese importante în asigurarea unui nivel înalt de stabilitate a producției.

Organizațiile de cercetare ale Combinatului Petrochimic Schwedt colaborează cu institutele de cercetare ICPR din Ploiești și Chimigaz din Mediaș în domenii de mare importanță.

Cele mai importante domenii de colaborare directă între Combinatul Petrochimic Schwedt și partenerii săi români sînt:

— schimbul de experiență în exploatarea diferitelor instalații în scopul reducerii cheltuielilor de producție, ridicării calității, economiei de energie, creșterii productivității etc. în vederea raționalizării proceselor de producție;

— informare asupra dezvoltării continue a produselor, în vederea creșterii nivelului schimbului de produse și specializării producției;

— ajutor reciproc în cazul deranjamentelor și avariilor mari prin echipe de specialiști, precum și prin depozitarea în comun și schimbul de piese și grupuri de rezervă;

— lucrări comune de cercetare, respectiv, diviziunea muncii în anumite domenii ale cercetării și dezvoltării în scopul unei valorificări mai bune a dotărilor științifice de care dispun cele două țări;

— livrări reciproce de procedee, instalații și echipamente în vederea dezvoltării în continuare a industriei de prelucrare a țițeiului și a petrochimiei;

— informare și punere de acord asupra dezvoltării industriei de prelucrare a țițeiului și petrochimiei din cele două țări în perioada după 1975.

Colaborarea s-a desfășurat pînă acum, întotdeauna, în spirit prietenesc. Se resimte că aceste contacte sînt folositoare ambelor părți în sensul valorificării mai eficace a potențialului lor industrial în aceste domenii.

Din partea muncitorilor Combinatului Petrochimic Schwedt există dorința de a realiza în viitor relații mai strînse și în domenii mai extinse cu partenerii din R.S. România.

În acest sens există multiple posibilități. Una din concluziile importante ce se desprinde din colaborarea de pînă acum este faptul că ea duce la o reușită cu atît mai mare cu cît se antrenează un număr mai mare de chimiști, ingineri, tehnicieni, maiștri și operatori în rezolvarea problemelor comune. Deosebit de importante sînt contactele directe între colectivele de producție care să permită pe această cale schimbul de experiență în domeniul organizării întrecerii socialiste, în special în cel al raționalizării socialiste, și, prin acesta, stimularea inițiativei creatoare a muncitorilor.

Există convingerea fermă că în acest fel se vor putea rezolva încă multe sarcini comune, pentru a atinge planificat și cu eficiență maximă importantele obiective fixate prin planurile cincinale ale ambelor țări.

# CRONICĂ

## Al 12-lea Congres mondial de gaze

Sub înaltul patronaj al Președintelui Franței, d.G. Pompidou, sub președenția d-lui G. Robert, președintele Uniunii Internaționale a Industriilor de Gaze (U.I.I.G.), între 5 și 9 iunie 1973, s-a desfășurat la Nisa (Franța), al 12-lea Congres Mondial de Gaze.

La congres au luat parte circa 3 000 de specialiști în transportul, distribuția și utilizarea gazelor, ziariști ai presei tehnice din 42 țări și însoțitori.

Din partea țării noastre a participat o delegație oficială din Ministerul Minelor, Petrolului și Geologiei condusă de tovarășul adj. al ministrului Dr. ing. Gh. Pacoste și compusă din: Ing. Virgil Popoviciu, director general al C.I.G.M, Ing. Vasile Ardeleanu, director, GIFET Ploiești, Ing. V. Davidoiu, director tehnic GIFET Ploiești, Ing. Gh. Anton, director adjunct, M.M.P.G.

Au mai luat parte domnii: Astier, președinte de onoare al Asociației Tehnice a Gazelor (ATG) din Franța, Alby, director general Gaz de France (GDF), Anzai, președinte, Tokyo Gas Co., Hirsch, președinte, Gaz de France, Nassikas, președinte, Comisia federală a energiei, SUA, Thomrh (M.G), vicepreședinte al UIIG, Thomas, prefect al departamentului Alpi — Maritimi, Conture secretar general al Energiei, din ministerul dezvoltării industriale și științifice, Robert, președinte al UIIG, președinte al Companiei franceze a metanului, președintele congresului, Medcin, deputat, primarul Nisei, Capponi vicepreședinte al Consiliului general al Alpilor Maritimi

Korchounov, ministru adjunct al industriei gazelor URSS, Rutman, director general adjunct al Societății Naționale a Petrolului a Aquitaniei, Thyssen (Belgia), președinte al Asociației europene a gazului petrolier lichefiat, Van Dam van Isselt (Olanda) președinte de onoare UIIG, Duwel (RFG) președinte de onoare UIIG, Higgins (M. B.), secretar general al UIIG.

### Rapoarte și comunicări prezentate

Lucrările congresului s-au desfășurat pe secțiuni, conturate după profilul comisiilor de specialitate ale UIIG. S-au prezentat 7 rapoarte ale comisiilor și 129 comunicări repartizate după cum urmează:

A. *Gaze naturale și stocaj masiv*, raportul comisiei A. Haffner (M. Britanie), și 27 comunicări (6 Franța, 6 URSS, 3 Marea Britanie, 3 SUA, 2 RDG, cîte o comunicare: Austria, Argentina, Elveția, Italia, RFG, Spania și M. Britanie — SUA în comun).

B. *Producția gazelor fabricate*, raportul comisiei C. Brecht (RFG) și 6 comunicări (2 SUA, 1 Belgia, 1 RDG, 1 RFG și 1 Marea Britanie — SUA, în comun).

C. *Transportul gazelor*, raportul comisiei A.D. Sedykh (URSS) și 39 comunicări (6 SUA, 5 Canada, 5 URSS, 4 Franța, 4 RFG, 3 Austria, 3 Olanda, 3 Polonia, 2 M. Britanie și cîte o comunicare Algeria, Australia, Italia, Pakistan).

D. *Distribuția gazelor*, raportul comisiei C.B. van Ardenne (Olanda) și 19 comunicări (4 Franța, 4 Olanda, 3 Italia, 3 M. Britanie și cîte o comunicare RDG, RFG, România, SUA și Ungaria).

E. *Utilizarea gazelor*, raportul comisiei C.J. Gauthier (SUA) și 31 comunicări (9 Franța, 8 Olanda, 3 Italia, 3 RFG, 2 M. Britanie, 2 Ungaria, cîte o comunicare Cehoslovacia, SUA, Suedia, URSS).

F. *Statistici*, raportul comisiei J.C. Mc Carthy (Canada) și 3 comunicări (Belgia, RFG, URSS).

G. *Documentare și probleme* diverse, raportul comisiei, R.Odier (Franța) și 4 comunicări (2 Italia și cîte o comunicare Portugalia și Olanda).

Pe națiuni, global, au prezentat, în afara rapoartelor comisiilor, în ordinea numerică: Franța 23 comunicări, Olanda 16, SUA 15 (2 în comun cu M.B.), URSS 13, M. Britanie 12 (2 în comun cu SUA), RFG 11, Italia 10, Canada 5, RDG 4, Austria 4, Polonia 3, Ungaria 3, Belgia 2, cîte o comunicare Algeria, Argentina, Australia, Cehoslovacia, Elveția, Pakistan, Portugalia, România, Spania, Suedia.

### Desfășurarea lucrărilor

În vederea dezvoltării în continuare a societății omenești, contemporaneitatea este confruntată, printre altele, cu două probleme esențiale:

— perspectiva unui deficit de energie, cel puțin pînă la obținerea accesului la noi surse de energie, încă, insuficient stăpînite;

— perspectiva determinării mediului în care se desfășoară viața animală.

Aceste două probleme se condiționează reciproc.

Se estimează că pînă la finele secolului nevoile de energie primară ale lumii vor crește de 4 ori, adică de la circa $5.10^9$ t în 1970, la circa $20.10^9$ t echivalent în petrol.

Chiar dacă rezervele cunoscute de energie primară (există încă importante rezerve de cărbune) ar putea acoperi aceste nevoi, arderea directă a cărbunelui în focare nu mai poate fi acceptată în stadiul actual de dezvoltare a mecanizării și industriei (ambele fiind importante surse de degradare ecologică a naturii), instalațiile de ardere a cărbunilor contribuind sistematic la poluarea mediului natural.

Restricția impusă de ecologie face ca perspectiva deficitului de energie să fie acută mai ales referitor la sursele de energie curată. Nu este indiferent astăzi ce fel de energie se folosește, ca în urmă cu un sfert de secol, și la ce preț.

În acest context problemele de bază ale lucrărilor congresului s-au axat pe:

— reducerea costurilor în toate compartimentele (producție, transport, distribuție, utilizare);

— fiabilitatea și anduranța instalațiilor, asigurarea continuității alimentării;

— mărirea gradului de siguranță în exploatare;

— automatizarea operațiilor de exploatare.

În comunicările prezentate, pe scurt, s-au tratat următoarele teme:

*Comisia A — Gaze naturale și stocaj masiv*

— privire generală asupra principalelor resurse mondiale de energie;

— dezvoltarea producției și consumului de gaz petrolier lichefiat;

— studiu asupra principalelor zăcăminte de gaze din URSS;

— zăcămintele de gaze în stare solidă descoperite în zonele arctice și a căror exploatare sistematică ar trebui să permită o creștere importantă a resurselor anumitor țări, în special URSS și Canada;

— forajul și exploatarea zăcămintelor de gaze naturale de mare adîncime (peste 6 000 m), neglijate pînă în prezent datorită costurilor ridicate de foraj și exploatare și a căror exploatare, în perspectiva deficitului de energie menționat, devine necesară;

— noi tehnici de lichefiere a gazelor naturale, transport maritim și porturi de primire pentru gazul natural lichefiat;

— experiențe privind înmagazinarea masivă a gazelor sub diferite forme.

*Comisia B — Producția gazelor fabricate*

Acum cîțiva ani, datorită apariției pe piața țărilor Europei occidentale — țări prin tradiție producătoare și distribuitoare de gaze fabricate — a unor importante cantități de gaze naturale, activitatea acestei comisii se restrînsese.

În prezent, datorită temerilor privind perspectiva deficitului de gaze, activitatea acestei comisii a căpătat o nouă perspectivă. Într-adevăr, mai ales în M. Britanie și SUA, s-au pus la punct procedee, și funcționează instalații cu importante capacități de producție, pentru producerea de gaze cu putere calorică mare, care să echivaleze cu, și să înlocuiască, gazul natural (SNG — substitute

for natural gas) folosind ca materie primă țițeiul și diferite fracțiuni din țiței.

Instalații similare, pentru producere de gaz „de ars", folosind aceleași procedee, funcționează în Japonia, R.F.G., Spania, Italia, Franța etc.

În SUA, din fracțiuni lichide de țiței se vor produce $66{,}8.10^9$ m³ în 1975, $133.4.10^9$ în 1980 și $235.10^9$ în 1985 m³ SMG.

Se apreciază că o soluție de perspectivă o reprezintă gazeificarea cărbunilor și a altor combustibili solizi. În acest sens se menționează „Eforturile industriei și ale guvernului american pentru a aduce în stadiul de pilot un procedeu de fabricare a gazelor plecînd de la cărbune" — comunicarea B1—73 și „Procedeul Hygas" — comunicarea B3—73.

De asemenea, comisia a studiat în mod expres utilizarea gazului natural ca materie primă pentru industria chimică și pentru producerea de fontă brută, plecînd de la minereu de fier, fără cocs.

*Comisia C — Tranportul gazelor prin conducte*

În linii mari, în tehnica transportului de gaze se desprind următoarele tendințe:

— mărirea diametrelor conductelor de transport, pînă la 1 200—1 500 mm;

— ridicarea presiunilor de lucru pînă la 10 MN/m² ($\approx$ 100 kgf/cm²) în loc de 7 MN/m² ($\approx$70 kgf/cm² presiune admisă în general, astăzi în toate țările);

— pozarea de conducte în condiții climatice excepționale, în special în zonele arctice;

— folosirea pentru transport, a turbocompresoarelor centrifugale antrenate cu turbine cu gaze, în locul compresoarelor cu piston;

— automatizarea funcționării și comanda la distanță a stațiilor de compresoare și a sistemelor de transport interconectate;

— măsurarea de cantități mari de gaze livrate din conductele de transport;

— transportul gazului natural lichefiat prin conducte pentru mărirea capacității (de 3—4 ori) conductelor.

*Comisia D — Distribuția gazelor*

Se remarcă preocuparea pentru reducerea costurilor de investiție și exploatare, mărirea gradului de siguranță în exploatare etc. prin:

— aplicarea de metode moderne de calcul, mai eficace și mai economice;

— utilizarea de noi materiale pentru conducte (în special aluminiu și mase plastice);

— prevenirea scăpărilor de gaze, respectiv mijloace rapide de identificare și eliminare a acestora;

— îmbunătățiri tehnologice aduse stațiilor de reglare în scopul ameliorării funcționării lor.

*Comisia E — Utilizarea gazelor*

În raportul și comunicările acestei secții sînt prezentate toate problemele de actualitate în materie de utilizare casnică, comercială și industrială a gazelor, dintre care se menționează:

— intersanjabitatea gazelor;

— îmbunătățirea randamentelor aparatelor de utilizare;

— utilizarea de arzătoare combinate, alimentate concomitent cu gaze și păcură;

— reducerea zgomotului și vibrațiilor arzătoarelor;

— dispozitive pentru controlul arderii și dispozitive pentru aprindere;

— sisteme combinate de încălzire și studii și realizări privind atmosferele controlate.

*Comisia F* — Statistici, prezintă în raportul său un breviar statistic privind elementele caracteristice industriei gazelor în diferitele țări membre ale UIIG privind gazele naturale, gazele fabricate și gazul petrolier lichefiat.

S-au prezentat și 3 comunicări privind aplicații ale informaticii în tehnica gazelor, a calculului rețelelor, întocmirea previziunilor de consum și tratarea datelor statistice.

*Comisia G — Documentare și diverse probleme*

Din activitatea acestei comisii se menționează punerea la punct a dicționarului privind termenii utilizați în tehnicile care alcătuiesc industria de gaze, redactat în 8 limbi (vol. I.) și 8 limbi — printre care și română (vol. II).

Se găsesc, de asemenea, studii medicale în legătură cu industria gazelor, studii privind formarea cadrelor etc.

Toate comunicările prezentate au fost supuse discuțiilor participanților. Se subliniază ținuta elevată, tehnică, a marei majorități a discuțiilor purtate.

*Prezența României*

Participarea țării noastre la această importantă manifestare internațională s-a materializat prin prezentarea, unei comunicări (IGU/D 19—73 „Méthode pour le calcul des réseaux de distribution de gaz") de către ing. Gheorghe Gabriel și colaborarea la redactarea raportului subcomisiei de studii medicale (partea G. „Hidrogenul sulfurat") a Dr. I. Tîrpa.

S-au prezentat, oral, fundamentele, justificările și caracteristicile metodei de calcul aplicată în țara noastră de către autor,

**Expoziția mondială de material și echipament pentru industria gazelor**

Între 3 și 9 iunie, cu ocazia Congresului s-a organizat și o deosebit de reușită expoziție mondială de material și echipament pentru industria gazelor.

Pe o suprafață de peste 6 000 m² circa 185 de grupuri și întreprinderi producătoare de materiale și echipament pentru transportul, distribuția și utilizarea gazelor au prezentat atît ultimele noutăți, cît și, echipamente clasice în acest domeniu.

Circa jumătate din expozanți au aparținut țării gazdă (97 expozanți) cealaltă jumătate revenind celorlalte state membre ale UIIG printre care se cuvine să se menționeze: Marea Britanie cu 25 expozanți, Ungaria 15 expozanți, RFG 14 expozanți, SUA 7 expozanți. etc.

A fost prezentată și o expoziție de materiale grele din care se menționează: o vană de dimensiuni cu totul neobișnuite, cîntărind peste 30 tone, pentru presiuni înalte, expusă de Ets. Cameron (SUA), autoturisme și microbuze funcționînd cu gaz natural lichefiat, expuse de Gaz de France, un autovehicul echipat pentru localizarea, cu precizie, a conductelor de gaze în orașe și pentru verificarea îmbrăcăminților izolante, expus de Ets Seba Dynatronic (RFG) etc.

**Expoziția de publicații tehnice de gaze**

Ca și la ultimele congrese UIIG la Nisa a fost organizată o expoziție de cărți, reviste și materiale documentare referitoare la tehnicile gaziere apărute în ultimii ani. Se remarcă numărul redus de titluri de cărți și lucrări noi. Cele mai multe lucrări au fost prezentate de către Asociația tehnică a industriei gazelor (ATG) din Franța. În această expoziție a fost prezentă și lucrarea românească „Distribuția și utilizarea gazelor naturale" apărută în februarie 1973 la Ed. Tehnică și pe care D. Jacques Davignon redactorul șef al pubicațiilor ATG și responsabilul expoziției de publicații tehnice a apreciat-o ca „prima lucrare fundamentală de gaze care apare în afara granițelor SUA, Franța, M. Britanie și R.F.G.".

**Reuniunea Consiliului UIIG**

După unele probleme organizatorice, a fost ales ca președinte, pentru perioada 1973—1976 D. L. J. Clark (M. Britanie) iar ca vicepreședinte D.J.W. Kerr. Au fost alese în Biroul consiliului Belgia și Polonia. Numeroase alte probleme aflate pe ordinea de zi au fost discutate și soluționate. S-a stabilit locul celui de-al 14-lea Congres Mondial de Gaze (Canada, 1979) și a celui de-al 15-lea Congres Mondial de Gaze (Elveția, 1982).

Din partea țării noastre, pentru perioada 1973—1976 fac parte din Consiliul UIIG: Ing. Virgil Popovici — Director General al Centralei Industriale a Gazului Metan, Mediaș și Ing. Gabriel Gheorghe, președintele Comisiei de gaze din cadrul CNIT care a fost ales și în consiliul secretarilor.

# Simpozionul de ingineria proceselor chimice

## Piatra Neamț, 26 – 30 sept. 1973

Între 26 și 30 septembrie 1973, a avut loc la Piatra Neamț, Simpozionul de ingineria proceselor chimice, organizat de Facultatea de chimie industrială a Institutului politehnic Iași, în colaborare cu Combinatul de îngrășăminte chimice Piatra Neamț.

Simpozionul a constituit o interesantă manifestare științifică reunind un mare număr de specialiști din învățământul superior, cercetare și producție. Astfel, au participat reprezentanți ai Ministerului industriei chimice, ai institutelor de cercetări și proiectări de specialitate, specialiști din marile unități ale industriei chimice, cadre didactice din învățământul superior, cercetători științifici.

Deschiderea lucrărilor a avut loc în prezența tovarășilor Aurel Mușat secretar al Comitetului Județean Neamț al P.C.R., vicepreședinte al Consiliului popular județean și a tov. Vasile Gherasim, prim-secretar al Comitetului municipal Piatra Neamț al P.C.R., președintele Consiliului popular municipal.

În salutul adresat participanților din partea biroului Comitetului județean de partid, tov. Aurel Mușat a subliniat importanța industriei chimice, ca ramură a economiei naționale, care în ultimii 10—12 ani a cunoscut o dezvoltare deosebit de rapidă. Pentru aceste considerente, a arătat vorbitorul, cadrelor tehnice din acest sector le revin sarcini foarte importante.

Tov. A. Mușat a relevat, de asemenea, importanța acestei manifestări, exprimîndu-și convingerea că prin comunicările prezentate simpozionul va reuși să realizeze o unitate de vederi între specialiști, care va contribui nemijlocit la dezvoltarea și perfecționarea permanentă a nivelului tehnic al industriei chimice românești.

Ing. Mihai Vicol, director general al Combinatului de îngrășăminte chimice Piatra Neamț, a arătat că Simpozionul de ingineria proceselor chimice, prin manifestare de acest gen din țară, va aduce o substanțială și valoroasă contribuție la dezvoltarea cercetărilor viitoare în domeniul ingineriei chimice, la o mai strînsă legătură a acestora cu cerințele producției.

Dr. Eugeniu Niculescu-Mizil, din partea Ministerului industriei chimice, a relevat rolul simpozionului, ca schimb de experiență între cadrele cu activități și preocupări comune, ceea ce va duce la o folosire mai rațională a mijloacelor materiale și umane contribuind astfel la dezvoltarea industriei chimice în țara noastră.

Au mai luat cuvîntul, cu prilejul ședinței de deschidere, prof. Ion Curievici, decanul Facultății de chimie industrială din cadrul Institutului politehnic Iași și ing. Vasile Belizna, directorul general al centralei de fibre chimice Săvinești.

Comunicările prezentate în cadrul simpozionului și-au propus abordarea unor probleme de mare actualitate în domeniul ingineriei proceselor chimice, cum ar fi: mecanisme de reacție, cinetica și termodinamica reacțiilor, modelarea reactoarelor chimice, modelarea schemelor tehnologice complexe, modelarea matematică și optimizarea instalațiilor de rectificare, folosirea calculatoarelor electronice pentru optimizarea proceselor chimice etc.

Lucrările simpozionului privind problemele generale ale ingineriei proceselor chimice au continuat în cadrul ședinței plenare. De un deosebit interes s-a bucurat lucrarea „Modelarea matematică, instrument important al ingineriei chimice pentru optimizarea proceselor tehnologice", elaborată de ing. M. Florescu, ministrul industriei chimice care a prezentat noi criterii în domeniul activității de inginerie chimică în țara noastră, tendințe actuale în simularea, modelarea și optimizarea proceselor chimice. Au fost analizate tendințele actuale pe plan mondial și stadiul realizărilor, în acest domeniu, în țara noastră, tehnicile și concepțiile moderne ale ingineriei chimice și posibilitățile de aplicare a calculatoarelor electronice în modelarea proceselor chimice.

Lucrările ședinței plenare au cuprins, de asemenea, comunicarea „Ingineria proceselor chimice o nouă ramură a științelor de inginerie chimică" de prof. C. Calistru și conf. C. Leonte de la Facultatea de chimie industrială Iași, în care s-a expus evoluția științelor de inginerie chimică, subliniindu-se faptul că în prezent aceasta reprezintă un ansamblu de discipline bine structurat.

Științele de inginerie chimică, și, în special, ingineria proceselor chimice și tehnologiile concrete, precizează sarcinile inginerului chimist și, ca urmare, specializarea acestuia în domeniul ingineriei chimice îi oferă un orizont larg și formația de om de știință.

Lucrarea „Model matematic pentru simularea bilanțului de materiale al unui sistem chimic complex, prezentată de dr. ing. L. Badea din cadrul Ministerului Industriei Chimice, a fost deosebit de interesantă, prin faptul că modelul matematic stabilit poate fi folosit la simularea bilanțului de materiale al unei scheme tehnologice complexe. Efectuînd o serie de transformări matematice, se obține un sistem de ecuații care permite simularea, cu ajutorul calculatorului electronic, a diferitelor variante de bilanț de materiale prin modificarea datelor inițiale.

Prof. I. Curievici în lucrarea „Modalități de dezvoltare a capacității de modelare matematică a viitorilor ingineri chimiști", a arătat că, urmare a dezvoltării tehnicii moderne de calcul, modelul matematic a ieșit în sfera interesului academic și a devenit un instrument nelipsit atît pentru proiectare, cît și pentru exploatarea instalațiilor chimice, el stînd la baza automatizării și optimizării proceselor. Autorul a subliniat necesitatea formării capacității de modelare matematică a viitorilor ingineri chimiști.

Deosebit de interesantă a fost lucrarea „Modelarea pe calculatoare electronice a instalațiilor chimice", autor dr. ing. J. Grigoriu, cu aplicabilitate în industria sodei.

În zilele următoare lucrările s-au desfășurat pe secții și anume: secția ingineria proceselor chimice anorganice și ingineria proceselor chimice organice.

Dintre lucrările prezentate în cadrul secțiilor menționăm: „Rolul factorilor economici în activitatea de modelare a proceselor chimice" de dr. E. Niculescu-Mizil și dr. ing. L. Badea, „Optimizarea instalațiilor complexe de rectificare" de dr. ing. M. Ionescu-Bălcești; „Secvența de calcul al schemelor complexe interconectate" de ing. V. Pamfil; „Reactoare pentru sinteza amoniacului" de ing. L. Fodor; „Elaborarea bilanțului în procesul obținerii gazului brut pentru sinteza amoniacului" de prof. ing. C. Calistru, ing. I. Siminiceanu, ing. G. Hagiu, ing. C. Petrilă; „Modelarea matematică a procesului de oxidare a oxidului de carbon" de prof. ing. C. Calistru, ing. I. Siminiceanu; „Contribuții la modelarea procesului de oxidare a oxidului de azot" de prof. ing. C. Calistru, ing. I. Siminiceanu, ing. E. Teodoru, ing. B. Antoniuc; „Cercetări privind modelarea macrocinetică și matematică a descompunerii termice a bicarbonatului de sodiu. I Teoria procesului", de prof. ing. C. Calistru, ing. L. Ifrim; „Modelarea procesului de obținere a tiosulfatului de sodiu din sulfit și sulf. I. Stabilirea modelelor macrocinetice și matematice" de prof. ing. C. Calistru, ing. J. Balasanian dr. ing. I. Grigoriu, ing. A. Szep; „Posibilități de creștere a gradului de transformare a bioxidului de sulf în instalațiile de acid sulfuric" de prof. ing. C. Calistru, ing. J. Balasanian, dr. ing. I. Grigoriu; „Cinetica absorbției la purificarea lichidelor prin metoda de contact" de prof. M. A. Kerdivarenko; „Modelarea procesului de prăjire a piritelor. I. Influența granulației" de prof. ing. C. Calistru, dr. ing. I. Grigoriu ing. J. Balasanian; „Verificarea modelului matematic la descompunerea termică a carbonatului de magneziu" de ing. V. Paczai; „Cercetarea procesului de descompunere termică a carbonatului de calciu precipitat" de conf. dr. ing. C. Leonte, ing. L. Ifrim, prof. ing. C. Calistru, ing. Gh. Mihăilă, chim I. Nițu, ing. Șt. Ritter; „Studii asupra cineticii reacțiilor de oxidare catalitică a o-xilenului și a principalilor produși intermediari și analiza posibilității de utilizare a datelor cinetice în calculele de inginerie a reactorului". de dr. ing. Gr. Pop,

ing. R. Boeru, chim. I. Suciu; „Călduri de amestecare în sistem de parafine, naftene, aromate" de ing. Fr. Gothard, ing. D. Breban; „Acetonitril solvent selectiv la separarea butenelor și a butadienei" de ing. I. Antonescu, chim. R. Lipkovics, ing. M. Mihăilescu; „Echilibrul lichid-vapori N-butan-butadienă 1,3." de ing. Gh. Andreescu, ing. I. Antonescu, chim. R. Lipkovics, ing. M. Mihăilescu; „Echilibrul vapori tricloretilenă-percloretilenă" de ing. S. Dumitrescu, chim. R. Lipkovics ing. M. Mihăilescu; „Separarea alcoolilor C5—C20 din amestecul complex obținut prin hidrogenarea acizilor grași" de ing. M. Georgescu, ing. M. Mihăilescu; „Contribuții la studiul cineticii de formare a acidului adipic prin cedarea ciclohexanolului cu acid azotic" de ing. S. Matache, ing. I. Telembici, ing. M. Iosif; „Alchilarea cu propenă a hidrocarburilor metilaromatice în regim difuzional" de chim. I. Muja, ing. F. Obogeanu, ing. Gh. Andreescu; „Optimizarea procesului de hidroperoxidare a izopropil-benzenului în flux continuu prin modelare statistică" de matematician N. Calciu, ing. L. Csomontanyi, ing. I. Vlad; „Optimizarea prin modelarea statistică a procesului de sinteză a orto-secundar butilfenilului prin alchilarea catalitică a fenolului cu butenă" de matematician N. Calciu, dr. ing. Gr. Popa, ing. M. Laba, ing. C. Roncea.

Cu ocazia simpozionului a fost organizată vizitarea Combinatului de îngrășăminte chimice — Piatra Neamț și Combinatul de fibre sintetice — Săvinești.

Discuțiile care au avut loc în cadrul mesei rotunde, organizată cu ocazia încheierii lucrărilor simpozionului, au scos în evidență necesitatea unor asemenea întîlniri, precum și rolul important al acestora în dezvoltarea schimburilor de vederi între cei ce activează în domeniul ingineriei chimice.

Această manifestare a constituit un prilej de retrospectivă critică, de cunoaștere a metodelor folosite precum și a preocupărilor și perspectivelor de dezvoltare în următorii ani în domeniul ingineriei chimice.

# Tîrgul de toamnă de la Leipzig

De două ori în fiecare an, Leipzigul devine pentru opt zile gazda ospitalieră a expozanților din multe țări ale lumii, făcînd din tîrgurile organizate aici adevărate evenimente mondiale. România socialistă a participat de fiecare dată, aducîndu-și o contribuție de seamă la dezvoltarea colaborării între state, la cunoașterea reciprocă, la schimbul de valori, în spiritul coexistenței pașnice, urmînd cursul destinderii în lume, pentru pace și progres.

Leipzigul primea, la 1268, privilegiul de a organiza tîrguri pentru încurajarea schimbului de mărfuri. Și dacă de atunci tradiția s-a continuat, și dacă doar cîteva rînduri ne informează că Johann Sebastian Bach a compus pentru oaspeți o cantată executată la celebrul, pe atunci, „Kaffeehaus", tîrgurile de azi s-au impus prin participarea mai largă, prin excelenta organizare, prin faptul că am căpătat noi valențe, demonstrînd dorința tuturor statelor de a colabora în spiritul deplinei egalități.

În această toamnă, România a participat la tîrg cu o bogată gamă de produse care au ocupat 1 000 $m^3$ în cadrul diverselor pavilioane. Astfel, întreprinderile românești de comerț exterior au expus mașini și utilaje din două domenii ale industriei.

Industria chimică românească a prezentat o gamă variată de produse chimice și petrochimice, printre care amintim: acizi, îngrășăminte minerale, produse din fire și fibre sintetice, din materiale plastice, rășini sintetice, materii colorante, produse farmaceutice sau produse chimice de menaj. Produsele uzinei de anvelope „Danubiana" s-au bucurat de un deosebit interes, iar în momentul în care am vizitat pavilionul industriei chimice românești, se stabileau deja contacte cu parteneri din R.D.G. sau Australia. Acest interes din partea specialiștilor și a publicului este revelator pentru dezvoltarea chimiei românești. O cifră este semnificativă: în prezent, față de anul 1950, producția globală a industriei chimice a crescut de aproape 70 de ori, România situîndu-se printre primele țări din lume în ceea ce privește dinamica dezvoltării. Melana românească, produsele de îngrășăminte chimice, cauciucul sintetic românesc — dacă enumerăm numai cîteva din exponatele pavilionului — sînt cunoscute azi pe multe din meridianele globului. Standul industriei chimice românești a reflectat, de fapt, ponderea acestei ramuri în economia țării și perspectivele ei. Cifrele capătă uneori valențe nebănuite, devenind sinteze ale efortului pe care țara noastră le face în ceea ce privește dezvoltarea chimiei. În numai cinci ani, petrochimia și-a sporit producția de peste patru ori, contribuind într-o măsură tot mai mare la valorificarea superioară a resurselor de țiței, gaze naturale sau alte materii prime. În anul 1975, România, potrivit procentului mediu anual de creștere de 17,5%, va ocupa aceeași poziție de frunte în ansamblul țărilor cu o industrie chimică modernă, diversificată. Față de anul 1970, producția de îngrășăminte chimice va crește de la 895 300 la 2 760 000 t, producția de cauciuc sintetic — de la 61 234 t la 147 000 t, producția materialelor plastice și rășinilor sintetice va crește de peste 2 ori, iar producția de fire și fibre sintetice — de la 76 613 la 170 000 t. Tîrgul de la Leipzig a demonstrat posibilitățile industriei chimice românești de lărgire a cooperării cu țările socialiste, cu celelalte țări.

Țara gazdă a prezentat, în diverse standuri, produse ale industriei sale chimice, de la instalații pînă la bunuri de consum de înaltă calitate. Multe din produse, procedee și instalații constituie rezultatul cooperării economice și științifice cu țările socialiste. Uzinele din Leura prezintă procedeele producerii de emolienți și solvenți, standurile Combinatului de fibre sintetice din Rudolfstadt-Schwarza prezintă, cu ajutorul a numeroase scheme, fluxul de producție. VEB Maschinen-und Apparatenbau Grimma expun, pentru prima oară, refrigeratori de aer, folosiți în instalațiile de rafinare a petrolului. 60% din producția acestui combinat este constituită din materiale noi care necesită tehnologii noi. Instalația de fabricat fibre din poliester cu o capacitate de 24 000 t, sau instalațiile pentru produsele petrochimice sînt cîteva jaloane care marchează dezvoltarea acestei ramuri în RDG. Procedeele de extragere a parafinelor din petrol, licențele noi de fabricare a fibrelor sintetice, cum ar fi fibrele de poliacrilonitril, exprimă potențialul țării gazdă în soluționarea eficientă a problemelor tehnico-științifice.

Un simpozion internațional a fost consacrat rezultatelor obținute în utilizarea catalizatorilor tehnici în industria chimică. Mai mult de 200 de experți au participat la un fructuos schimb de păreri. Acest simpozion a inaugurat, de fapt, programul manifestărilor științifice și tehnice din cadrul Tîrgului de toamnă. Specialiștii au arătat, în expunerile lor, care sînt centrele de interes și tendințele în domeniul transformării petrolului brut în produse utile; ameliorarea catalizatorilor existenți ar oferi posibilitatea creșterii productivității instalațiilor deja în funcțiune.

Între 5 și 7 septembrie a avut loc un congres științific, consacrat tehnologiei fabricării și transformării materiilor fibroase chimice, ca și folosirii produselor industriei chimice în industria textilă. Folosirea de procedee noi în chimie, farmacie și în industria alimentară, protecția mediului în combinatele petrochimice, aparate chimice construite în bloc, au fost cîteva din temele altor simpozioane și reuniuni.

Primele zile ale Tîrgului de toamnă au fost deja caracterizate printr-o susținută activitate comercială și de negocieri intense. Exponatele industriei chimice au suscitat un viu interes din partea personalităților oficiale prezente, a delegațiilor economice, a oamenilor de afaceri din numeroase țări. Vizita efectuată la tîrg de către Mihail Florescu, ministrul industriei chimice al Republicii Socialiste România, a fost remarcată de cercurile economice din țara gazdă și din alte țări. În discursul pronunțat cu ocazia conferinței de presă, ministrul relațiilor economice externe al RDG, Hort Sölla, arăta,

rintre altele, că s-au încheiat convenţii nportante cu Republica Socialistă Roânia.

Între R.S.R. şi R.D.G. s-au dezvoltat se dezvoltă relaţii strînse de colaorare în diverse domenii economice. .D.G. face parte dintre partenerii omerciali importanţi ai României. Astfel olumul schimburilor de mărfuri dintre ele două ţări a crescut de 4 ori în ultiele două decenii. Volumul comercial l anului 1973 corespunde deja celui lin anul 1975. O importanţă deosebită -a acordat cooperării în domeniul ndustriei chimice.

La acest tîrg 22 de ţări au prezentat roduse ale industriei chimice. Uniunea Sovietică a făcut cunoscute realizările lin acest domeniu prin grafice şi machete, prin instalaţia de fabricat polietilenă „Polymir-50", cu o producţie de 50.000t/ an. Se remarcă rezultatele cooperării cu celelalte ţări socialiste, în domeniul cercetărilor asupra catalizatorilor, în producţia de materiale plastice etc. R.P. Polonă a fost prezentă la tîrg prin produsele întreprinderii de comerţ exterior Ciech, R.S. Cehoslovacă prin Chemapol, R.P. Ungară — prin Chemolimpex, R.P. Bulgară — prin Chimimport şi Heftochim. În cadrul relaţiilor economice cu ţările socialiste, R.D.G. a participat la realizarea sau conceperea unor instalaţii chimice, cum ar fi cele de fabricare a fibrelor din poliester în colaborare cu URSS etc.

Pentru prima oară, Uzinele chimice Rhone-Poulenc din Franţa au expus, în cadrul tîrgului, produse chimice şi farmaceutice, fibre sintetice.

Eforturile de lărgire a relaţiilor economice în spiritul avantajului reciproc, al deplinei egalităţi şi-au găsit reflectarea şi în pavilioanele altor state. Standul trustului petrochimic italian ENI a grupat întreprinderi ale industriei chimice bazate pe întrebuinţarea materiilor prime din petrol şi gaze naturale. Lista expozanţilor a cuprins, printre altele, participarea unor grupuri chimice sau firme, cum ar fi: Solvay (Belgia), Bayer A.G. Farbwerke Hoechst AG şi BASF (R.F.G.), Shell şi ICI (Marea Britanie), Ciba Geigy (Elveţia), Du Pont şi DOW Chemical (Statele Unite), Asbestos Corporation Ltd (Canada).

Prezenţa a numeroşi oameni de afaceri, a delegaţiilor comerciale a oferit largi posibilităţi de negociere.

Tîrgul de toamnă de la Leipzig a demonstrat încă o dată dorinţa de colaborare şi cooperare dintre state. Exponatele româneşti s-au bucurat de aprecierea publicului, a specialiştilor, iar produsele chimice româneşti au făcut dovada a ceea ce înseamnă paşii pe care România i-a străbătut în dezvoltarea sa. Prezenţa ţării noastre în marile competiţii economice mondiale, înalta competitivitate a produselor româneşti confirmă politica partidului şi statului nostru, de dezvoltare a tuturor ramurilor economiei, dorinţa României de a colabora cu toate ţările lumii.

## Conferinţa tehnică de foraj şi extracţie. Amsterdam, mai 1974

Secţia olandeză a Asociaţiei inginerilor petrolişti din AIME (Institutul american al inginerilor minieri, metalurgişti şi petrolişti) organizează o conferinţă tehnică de primăvară 1974, privind forajul şi extracţia petrolului.

Conferinţa va avea loc între 29 şi 30 mai 1974, la Amsterdam.

Cu ocazia precedentelor două reuniuni de primăvară (în 1972 la Amsterdam şi în 1973, la Londra) organizate tot de Asociaţia inginerilor petrolişti din AIME, industriile de petrol şi gaze au manifestat un interes deosebit. Acest interes se datoreşte creşterii importanţei industriei de petrol în aprovizionarea cu energie a Europei, precum şi dezvoltării exploatărilor pe mare (Offshore) în Europa, Orientul Mijlociu şi Africa, ceea ce solicită noi tehnici şi echipamente.

Programul de două zile a reuniunii va cuprinde referate cu următoarele subiecte principale: forajul sondelor, tehnologia extracţiei, geofizica de şantier şi ingineria de zăcămînt.

La această reuniune, ca şi la cele precedente, se vor prezenta numeroase referate de un înalt nivel tehnic. Totodată, această conferinţă va fi un foarte bun prilej pentru experţi să se întîlnească şi să se cunoască reciproc.

Înscrierile preliminare pot fi făcute pînă la 1 octombrie 1973, iar cele definitive pînă la sfîrşitul anului 1973. Taxa de participare, care nu este necesară la înscrierea preliminară este de 150 Dfl. pentru membrii AIME şi de 225 Dfl. pentru nemembrii. O dată cu formularul pentru înscrierea definitivă (finală) secretariatul conferinţei va trimite şi programul detaliat.

În imediata apropiere a Centrului internaţional al Congreselor se află complexul expoziţional RAI unde vor avea loc, în timpul conferinţei tehnice de primăvară, o expoziţie internaţională de petrol şi gaze Petrotech 74. Această expoziţie de specialitate care va ocupa o suprafaţă de 23 000 mp, va fi unul din cele mai importante evenimente ale anului 1974 privind industria mondială de petrol şi gaze.

**Program provizoriu**

*Tehnologia extracţiei şi geofizica de şantier*

— Stimularea sondelor
— Controalele de siguranţă
— Transportul şi reinjecţia gazelor
— Faclele
— Tratarea gazelor pe mare şi pe uscat
— Problemele coroziunii
— Manipularea condensatorului
— Măsurători de presiune
— Cercetare geofizică a sondelor
— Stabilitatea găurii sondei

*Tehnologia forajului*

Automatizarea în foraj

Dezvoltarea echipamentului şi a metodelor de foraj în ape mai adînci de 330 m (1 000 ft)

Compensarea greutăţii

Flexoforajul

Prevenirea erupţiei

*Ingineria de zăcămînt*

Menţinerea de presiune

Injecţia de gaze

Injecţia de apă

Impingerea naturală de apă

Producţia de gaze

Probarea sondelor

*Platforma (construcţii) pe mare*

Platforma de foraj şi producţie în ape adînci

Stocarea petrolului brut

Insulele artificiale

*Proiectarea pe mare*

Tehnica modernă de proiectare

Clasificarea cererilor şi a proiectelor tehnice

Semisubmersibile

Proiecte şi siguranţa exploatării

*Subiecte generale*

Economie

Logistica pentru operare la distanţă.

**Adresa secretariatului este:**

Secretariatul conferinţei: Secretariat of the European
Spring Meeting 1974
Organizaţie Bureau Amsterdam B.V.
Eropaplein 14, P.O. Box, 7205
Amsterdam. The Netherlands
Telephone (020) 440807; Telex 13 499 (Raico)
Telegrams ORBU Amsterdam

# DOCUMENTARE

Husainov, B.H., ş. a. **Metodă grafo-analitică de optimizare a procesului de tratare a ţiţeiului.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 7, iul. 1973, p. 21—23.

În general, procesul tehnologic de tratare a ţiţeiului se optimizează în funcţie de calitatea lui. Pentru alegerea unui regim tehnologic de deshidratare şi desalinare a ţiţeiului este necesar să se determine gradul de dependenţă între parametrii de bază ai funcţionării instalaţiei şi calitatea ţiţeiului brut supus tratării.

În urma efectuării unor cercetări privind procesele de tratare a ţiţeiului în diferite instalaţii s-a elaborat o nomogramă pentru dependenţă indicatorilor principali, şi anume : conţinutul de apă, productivitatea instalaţiei, limitele posibile de variaţie a conţinutului de apă în ţiţei la ieşirea din instalaţie, temperatura procesului, consumul specific şi proprietăţile dezemulsionantului, cheltuielile (specifice) însumate minime şi maxime.

În lucrare se expune principiul ce stă la baza creării nomogramei pentru optimizarea procesului tehnologic şi se deduce relaţia matematică ce se poate aplica în cazul utilizării unui calculator electronic. S-au elaborat algoritmii de rezolvare a problemelor optimizării complexe.

Daniuşevski, V.S. **Structura cimentului întărit în condiţiile sondelor adînci.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 7, iul. 1973, p. 40—43.

Cercetările efectuate de autor au condus la concluzia că o influenţă determinată asupra proprietăţilor cimentului întărit o au particularităţile structurii poroase datorate produselor rezultate în urma transformărilor fizico-chimice prin care trece cimentul, a compoziţiei pastei de ciment şi a duratei sale de întărire. Se stabileşte pe cale experimentală volumul pe dimensiunile porilor în masa cimentului întărit, obţinîndu-se unele relaţii empirice privind rezistenţa şi permeabilitatea lui pentru apă în funcţie de volumul porilor. Se prezintă fotografii, ale structurii pastei de ciment întărită, preparată din diferite cimenturi de sondă.

Lurie, M. V. ş. a. **Cu privire la mecanismul acţionării separatorilor în cazul pompărilor succesive.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 7, iul. 1973, p. 44—46.

In ultimii ani se aplică pe scară tot mai mare pomparea succesivă cu separatori mecanici a diferitelor produse petroliere.

Se analizează influenţa separatorilor asupra schimbului de masă în curentul de fluide. Se arată, că separatorul mecanic, plasat între două produse petroliere de calităţi diferite, repr zintă, folosind terminologia teoriei transmiterii de căldură un strat de izolaţie termică. Capacitatea de izolaţie a unu astfel de strat este determinată de amestecul dintre produs care se realizează prin spaţiul inelar (jocul) dintre suprafeţel separatorului şi conductei. Mărirea eficienţei acţiunii separato rului este legată de intensificarea amestecării în acest spa ţiu inelar, ceea ce se poate realiza prin reducerea jocului ş prin mărirea lungimii separatorului.

Gorşkov, G. F. ş.a. **Perfecţionarea metodei de plasare în zona de influx a amestecului cu priză rapidă pe bază de motorină.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 7, iul. 1973, p. 65—68.

Printre metodele de lichidare a pierderilor fluidului de foraj în formaţiunile cu influx se citează pomparea amestecului cu priză rapidă (APR) pe bază de motorină cu plasarea lui în zona de influx într-un container special.

Se propune o construcţie perfecţionată pentru containerul special necesar plasării amestecului APR în zona de influx. Se descrie tehnologia efectuării operaţiei de izolare şi metoda de calcul al procesului de pompare a APR-ului ţinînd seama de regimurile tehnologice de pompare, parametrii stratului cu influx şi proprietăţile amestecului.

Containerul a fost încercat cu succes la stand şi în condiţii de schelă.

Vainştein, S.S. **Mecanizarea complexă a preparării fluidelor de foraj.** În : Burenie, nr. 6, iun. 1973, p. 17—26.

Se trece în revistă şi se face o caracterizare a utilajului folosit pentru prepararea fluidelor de foraj. Se analizează situaţia tehnică şi tehnologia aplicată pentru acest proces. Se examinează construcţiile depozitului mecanizat pentru în magazinarea cimentului şi a rampei tipizate pentru depozita rea lui la sondă, elaborate de către institutele de specialitate Se descrie schema recomandată pentru mecanizarea lucrărilor legate de transportul, păstrarea şi utilizarea la foraj a materialelor sub formă măcinată. Se examinează în mod detaliat construcţia depozitului mecanizat pentru materialele sub formă măcinată, documentaţia tehnică de lucru elaborată pentru acest depozit, precum şi construcţia şi elementele caracteristice ale blocului pentru prepararea la sondă a fluidelor de foraj din materiale sub formă măcinată. De asemenea, se descrie construcţia conteinerului prevăzut cu dispozitiv de descărcare cu aer comprimat ca şi a construcţiei

agoanelor de cale ferată şi a autocamioanelor prevăzute cu descărcare pneumatică pentru transportul cimentului în vrac de la fabrică la depozite şi la sonde.

liusko, S.S. **Experienţa utilizării fluidelor de foraj bentonitice cu conţinut redus de fază solidă.** În: Burenie, nr. 6, iun. 1973, p. 49—51.

Se constată utilizarea nesatisfăcătoare a sapelor datorită calităţii necorespunzătoare a fluidelor de foraj în urmă. Se propun reţete şi se analizează proprietăţile fluidelor de foraj pe bază de bentonite şi emulsie de ţiţei cu conţinut redus de fază solidă. Se prezintă rezultatele utilizării acestor fluide în diferite condiţii de foraj. Astfel, ele permit mărirea cu 15—20% a avansării pe sapă şi cu 10—25% a vitezei mecanice.

Se arată că utilizarea fluidelor de foraj bentonitice cu emulsie de ţiţei şi conţinut redus de fază solidă permite nu numai o mărire a eficienţei lucrului sapelor, dar şi reducerea într-o mare măsură a consumului de materiale pentru prepararea şi tratarea noroiului şi, în general, îmbunătăţirea indicatorilor tehnico-economici de foraj.

Kolesnikova, T.I. **Orientările în dezvoltarea producţiei şi domeniile principale de utilizare a reactivilor chimici pentru tratarea fluidelor de foraj.** În: Burenie, nr. 6, iun. 1973, p. 51—53,

Se analizează situaţia în U.R.S.S. şi S.U.A. privitoare la tratarea chimică a fluidelor de foraj. Se trage concluzia că, în ceea ce priveşte volumul şi sortimentul de reactivi chimici utilizaţi pentru foraj în Uniunea Sovietică există o oarecare rămînere în urmă. Acest fapt, în mod inevitabil, se reflectă asupra indicatorilor tehnico-economici de foraj. Aprovizionarea nesatisfăcătoare cu reactivi chimici şi materialele necesare este rezultatul dezvoltării insuficiente a fabricării lor şi a introducerii lente în practica forajului a mijloacelor şi procedeelor elaborate.

Se arată orientările în soluţionarea problemelor îmbunătăţirii calităţii fluidelor de foraj, respectiv asigurarea organizaţiilor de foraj cu toate mijloacele pentru tratarea chimică a fluidelor de foraj prin mărirea volumului producţiei de reactivi chimici de către ramurile conexe ale industriei, realizarea producţiei proprii şi organizarea producţiei specializate, precum şi aplicarea raţională şi corectă a reţelelor pentru diferite fluide de foraj corespunzător celor mai noi realizări în domeniul tratării lor chimice.

Linkov, F.S. ş.a. **Hidrociclon de mare productivitate.** În: Maşini i nefteanoe oborudovanie, nr. 6, iun. 1973, p. 6—9.

Hidrociclonul are un rol important în problema curăţirii fluidului de foraj şi, în general, a lichidelor poluate. În prezent în unele ramuri ale industriei se utilizează hidrocicloanele conice de presiune cu diametrul de 75—750 mm şi conicitate de 10—20°C, mai rar însă la curăţirea sistemelor disperse şi limpezirea apelor poluate, aceasta din lipsa datelor experimentale şi încercărilor la scară industrială privind capacitatea lor de limpezire.

În urma cercetărilor efectuate s-a stabilit calculul necesar şi construcţia hidrociclonului de mare productivitate, care are corpul cilindric scurt şi trei racorduri de preaplin cu diferite adîncimi de afundare. Un astfel de hidrociclon poate realiza menţinerea conţinutului de particule solide la un nivel redus. De asemenea, sistemul permite repunerea în circulaţie pînă la 97,4% din barită sau să separe din fluid pînă la 96,2% din particulele care-i măresc viscozitatea. El poate să scoată dintr-un fluid de foraj puternic gazificat un fluid curat, adus complet la greutatea specifică iniţială.

Mursalov, A. T. ş.a. **Calculul momentului de frecare a sapelor cu axele decalate ale conurilor.** În: Maşini i nefteanoe oborudovanie, nr. 6, iun. 1973, p. 16—18.

În lucrare se analizează alunecarea şi forţele la care sînt supuse sapele şi se determină raportul de transmisie a conului la rotirea sapei, cît şi cuplul forţelor de frecare şi de alunecare (momentul de alunecare sau capacitatea de moment), al dinţilor sapei pe talpă.

Se examinează acţiunea reciprocă dintre conul ideal (rolă) lipsit de armarea de dislocare a rocii şi suprafaţa conică netedă ce imită talpa găurii de sondă. Se prezintă calculul teoretic al dependenţei momentului de frecare a conurilor şi decalarea axelor acestora în raport cu centrul sapei.

Determinarea acestor caracteristici serveşc la proiectarea şi la construcţia sapelor de foraj.

* * * **Industria extractivă de ţiţei şi gaze naturale în Republica Federală Germania în 1972.** În: Erdöl und Kohle, **26**, nr. 5, mai 1973, p. 311—316.

În darea de seamă anuală pe anul 1972 elaborată de Wirtschaftsverband Erdöl—und Erdgas e. V. (WEG), Hanovra, se prezintă realizările industriei extractive de ţiţei şi gaze naturale din R.F. Germania. Metrajul obţinut la toate categoriile de foraj a scăzut de la 173 400 m în 1971 la 156 400 m în 1972. Procentul de succes al sondelor forate a crescut de la 53,2 la 54%. Din totalul de 52 de instalaţii de foraj în dotaţie la 31.12.1972 numai 32 erau active, restul de 20 se găseau în rezervă.

Ca şi în restul ţărilor din Comunitatea Economică Europeană, producţia internă de ţiţei a scăzut în 1972 la 7,1 mil. t, sau cu 4,34% mai puţin ca în anul precedent.

Producţia internă de gaze naturale a crescut cu 16% faţă de anul 1971, ajungînd la 17,16 mrd.m$^3$. La această cantitate se mai adaugă circa 526,7 mil.m$^3$ gaze asociate cu ţiţeiul extras.

În darea de seamă WEG menţionată sînt date şi rezultatele industriei de ţiţei şi gaze naturale din activitatea industriei germane în străinătate. Producţia de ţiţei realizată din această activitate în diferite ţări (Libia, Dubai, Canada, Peru) a fost de 4,0 mil. t faţă de 4,2 mil. t în 1971. La gazele naturale s-a realizat 298,5 mil. m$^3$ din Marea Nordului sectorul britanic, Olanda şi Canada.

În sectorul de prospecţiuni şi cercetare, cu excepţia Australiei, societăţile germane au fost prezente pe tot globul, în special cointeresate în diferite consorţii.

* * * **Un debitmetru fără mercur pentru presiunile statice.** În: Pétrole informations nr. 1279, 1972, p. 29.

Noul aparat, prezentat de Arkon Ltd. permite măsurarea debitului la aburi, apă şi alte lichide, ca şi la aer şi gaze. Principalul avantaj al folosirii acestui aparat este că pune la dispoziţie utilizatorului o înregistrare liniară pe bandă, cu ajutorul unui sistem de înregistrare pe bandă fără sfîrşit sau un indicator de precizie cu citire directă pe un cadran gradat de mari dimensiuni.

Aparatul Arkon 63—2 prezintă un progres tehnologic în domeniul măsurării şi înregistrării debitelor la presiuni ridicate. Nu numai că permite măsurarea debitelor la presiuni statice care pot să atingă 35 bari, dar poate fi folosit în prezenţa aburului, apei şi altor lichide necorosive fără a prezenta dificultăţile inerente aparatelor cu mercur; de asemenea, poate înregistra timp de şase săptămîni consecutiv, pe o bandă de 150 mm lăţime utilă şi la scară liniară, 25% din debit.

Noutatea acestui model 63—2 constă într-o diafragmă suplă a cărei mişcare este controlată de către un resort etalonat şi care funcţionează în legătură cu un dispozitiv cu presiune diferenţială intercalat în conductă.

Pentru abur şi lichide, aparatul este echipat cu un distribuitor cu trei elemente care permit izolarea aparatului şi aducerea lui la zero prin deschiderea unei conducte de ocolire. Pentru aer şi gaze este folosită o vană dublă cu comandă unică care permite simultan închiderea şi echilibrarea.

Toate aparatele 63—2 sînt echipate cu două oale de condensare. Pentru măsurarea debitului aburului este necesar să se folosească două oale de condensat din oţel carbon furnizate de aceeaşi firmă.

Grotewold, G. **Problemele actuale ale tratării gazelor naturale acide.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 6, iun. 1973, p. 199—204.

Tratarea gazelor naturale acide, conţinînd $H_2S$, ridică probleme dificile. Specialiştii au opinii diferite pentru definirea unui gaz acid şi pentru stabilirea în gazele naturale a unei

limite a conținutului de $H_2S$ a cărei depășire implică folosirea de material tubular și echipamente din oțeluri speciale.

Selecționarea oțelurilor rezistente la fragilitatea de hidrogen se bazează într-o largă măsură pe experiența din S.U.A. și din Canada, dar problemele referitoare la procesele de purificare a gazelor sînt specifice industriei germane datorită folosirii de materii prime diferite și calității gazelor cerută după tratare.

Se insistă asupra respectării limitei prescrisă pentru indicele wobbe la tratarea gazelor slab acide și a gazelor puternic acide și se prezintă o scurtă descriere a regiunilor de gaze cu conținut de $H_2S$ și a instalațiilor de tratarea gazelor din R.F. Germania. Sînt discutate o serie de probleme referitoare la tratarea gazelor acide în R.F. Germania, diferitele metode de purificare folosite, instalațiile de recuperarea sulfului și aspectele în legătură cu protecția mediului înconjurător.

Driessen, H. E. **Efectul condensatului din gazele naturale asupra țevilor din material plastic.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 5, mai 1973, p. 115.

Condensatele existente în gazele naturale au efecte dăunătoare asupra țevilor din PVC folosite la rețelele de distribuție. S-a constatat că aceste condensate produc pseudofisuri, ce nu duc la o defecțiune imediată a țevilor, dar care rămîn cauze permanente de pericol. De aceea, țevile din PVC trebuie ferite de contactul cu condensatele de gaze sau cu vaporii saturați ai acestora. În continuare, ca măsuri de evitare a avariilor, se mai cere ca și tensiunile rezultate de la fabricația țevilor să fie îndepărtate.

Williams, C.S. **Folosirea conductelor izolate termic la transportul păcurii.** În: Oil Gas J. **71**, nr. 17, 23 aug. 1973, p. 65—67.

Folosirea conductelor izolate cu spumă de poliuretan, pentru transportul combustibililor vîscoși, cu punct de congelare peste 43°C, în special spre termocentrale, s-a extins mult în ultimul timp în S.U.A., iar numărul lor va crește, întrucît cererea de acești combustibili crește rapid și ea (de la 240 000 $m^3$/d în 1965 la 600 000 $m^3$/d în 1980), iar distanțele pe care se efectuează transportul se măresc și ele. În prezent un număr important de astfel de conducte sînt în funcțiune sau în construcție mai ales în estul S.U.A.

La proiectarea acestor conducte trebuie realizată o optimizare economică între cheltuielile de încălzire a produsului și acelea de pompare, avînd în vedere costul izolației, al țevii și al instalațiilor de pompare.

Folosirea unei conducte de diametru, prea mare, în vederea reducerii pierderii de presiune (deci a energiei consumate la pompare) face, însă, ca timpul de ședere a unei unități de volum de produs în conductă să crească, mărind pierderea sa de căldură. Dacă se examinează curba presiunii de pompare în funcție de debitul pompat, se observă la început o creștere rapidă a presiunii de pompare pînă la un maximum, urmată de o scădere, de asemenea, rapidă a ei, o dată cu creșterea debitului, urmată de creșterea normală a presiunii în funcție de debit a unui fluid newtonian.

Din cauza complexității fenomenelor datorate variației proprietăților fizice ale produsului și din cauza pierderii de căldură, optimizarea soluției de proiectare se face cel mai bine cu ajutorul calculatorului. Elementele care intervin în calcule sînt numeroase: *1* — diametrul țevii; *2* — grosimea izolației; *3* — debitul necesar să fie pompat; *4* — căderea de presiune admisibilă; *5* — timpul maximum admisibil de oprire a pompării; *6* — temperatura de intrare a produsului și curba de variație a viscozității sale în funcție de temperatură; *7* — punctul de congelare a produsului; *8* — debitul minim admisibil, date fiind pierderile de căldură; *9* — debitul maximum admisibil, ținînd cont de presiunea de pompare; *10* — costul energiei pentru pompare și a combustibilului folosit la încălzirea produsului.

Pentru calcul se folosesc formulele clasice pentru determinarea pierderilor de presiune, ținînd cont de variația temperaturii în lungul conductei, ceea ce antrenează variații ale viscozității, densității, pierderii de căldură, făcînd să varieze și tipul curgerii (laminar, intermediar, turbulent). De aceea conducta este împărțită pentru calcul, în segmente scurte, pe care acești parametri pot fi considerați consta și determinînd pierderea de presiune corespunzătoare. Pi derea totală de presiune pe conductă va fi suma acest pierderi parțiale. La calculul pierderii de căldură, pent izolația de poliuretan cu o densitate de 0,048 kg/$dm^3$ (3 cu ft) se folosește un coeficient total de transmisie a căldu $K = 0{,}11$ BTU — in/sq.ft.h °F(0,01365 Kcal/$m^3$ h°C pent o grosime de izolație de 1 m).

Poliuretanul este introdus între țeavă și o cămașe exterioa de polietilenă unde el se expandează și se întărește. Se execu majoritatea curbelor și coturilor izolate, în bază, pe șanti reducîndu-se la maximum numărul celor ce trebuie realiza pe loc (în general pe șantier nu se realizează decît curburi r duse de 3°/m la țevi pînă la 14 in).

Izolarea extremităților sudate a pașilor de țeavă se fa pe șantier, folosind manșoane speciale în care se introduc poliuretanul expandat pe loc.

La proiectarea conductei trebuie să se țină seama de dilata rea termică a acesteia sub influența produsului introdus î general la o temperatură de 93 °C. Se folosesc, după caz, ancor de fixare sau bucle de expansiune, pentru a limita sau per mite mișcarea conductei.

Pohlig, F. **Țevi din polietilenă pentru rețelele de dis tribuția gazelor.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 5, mai 1973, p 113—114.

În rețelele de distribuție a gazelor, țevile din polietilenă se folosesc cu rezultate bune atît pentru extinderile la abo nați, cît și la înlocuirea traseelor vechi. Astfel, Main-Gaswerk AG și Hessen-Nassauische Gas AG din R.F. Germania au instalat în ultimii ani, în sistemul de distribuție de joasă și medie presiune, peste 60 km de țevi din polietilenă.

Folosirea țevilor din polietilenă este foarte atractivă în sistemele de distribuție a gazelor. Costurile de montaj se reduc cu 40—50%, iar cele de pregătire la punctul de montaj, inclusiv executarea șanțurilor, cu pînă la 20%.

Extinderea utilizării țevilor din polietilenă implică urmărirea comportării în timp a țevilor, norme de fabricație, control și montaj, mașini speciale de executarea îmbinărilor și cursuri de școlarizare a personalului.

Matthews, C. W. **Metodă pentru transportul gazelor naturale.** În: Gas Abstracts, **29**, nr. 5. mai 1973, p. 104—105.

Institutul de tehnologia gazelor din Chicago a propus recent o nouă cale pentru transportul gazelor naturale la distanțe mari prin convertirea gazelor naturale într-o alchilamină inferioară și descompunerea acesteia la destinație în metan, amoniac și azot și separarea metanului pentru utilizare. Alchilamina inferioară are pe unitatea de volum mai mult carbon decît gazele naturale lichefiate sau decît metanolul. Trimetilamina este volumetric cu 36% mai eficientă ca metanolul.

Se arată modul de obținere din gaze naturale a alchilaminei inferioare și descompunerea acesteia pe cale termică sau prin hidrogenare catalitică.

Pentru transport se folosesc containere standard cu un minimum de răcire și de presurizare.

Pfund, P. **Considerații generale la planificarea și construcția conductelor magistrale de diametre mari pentru transportul gazelor naturale.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift **89**, nr. 5, mai 1973, p. 167—173.

Se descriu etapele succesive la executarea conductelor magistrale de diametre mari. Etapa de proiectare începe cu calculul diametrului optim al conductei, avînd în vedere cantitatea de gaze ce se va transporta anual, vîrfurile de consum și factorii previzibili, care pot influența sistemul de conductă într-un viitor îndepărtat.

O dată cu determinarea diametrului optim al conductei se stabilește calitatea oțelului țevilor și grosimile de perete. Pentru conductele magistrale de diametre mari, care funcționează la presiuni de regim pînă la 70 at, se folosesc oțeluri cu limite ridicate de curgere (între 30—49 kgf/$mm^2$) pentru a realiza cele mai economice grosimi de perete.

Limite ridicate de curgere se pot obţine prin elaborarea de oţeluri aliate cu mangan, niobiu sau vanadiu, precum şi prin metoda laminării ţevilor cu temperatură finală controlată. Adaosul de elemente de aliere scade sudabilitatea oţelurilor. De aceea procedeele de sudare trebuie permanent controlate pentru a se evita formarea fisurilor.

Etapele următoare la executarea conductelor magistrale cuprind: fixarea pe hartă şi pe teren a traseului conductei, soluţiile optime pentru traversările căilor de comunicaţii, rîurilor şi altor obstacole, transportul materialului pe locaţii, operaţiile de sudare şi executarea probelor hidraulice de presiune. Se descrie organizarea de şantier folosită la montarea unei conducte magistrale de gaze de 900 mm diametru.

Auldridge, L. **Producţia mondială de ţiţei va atinge 8,9 mil.m³/d în 1973.** În Oil Gas, **71,** nr. 25, 18 iun. 1973, p. 25—29.

Anul trecut producţia mondială de ţiţei a fost de 7,95 mil. m³/d, însă creşteri importante în aproape toate regiunile lumii vor face ca pentru anul 1973 această cifră să atingă 8,9 mil.m³/d. Deja în primele patru luni ale acestui an producţia mondială a atins 8,65 mil. m³/d, ceea ce reprezintă o creştere de 9% faţă de perioada corespunzătoare anului 1972. Pentru întregul an 1973 se prevede o creştere de 10,2% (dublul creşterii anului 1972 faţă de 1971).

Producţia ţărilor capitaliste va înregistra o creştere de 10,8%, atingînd cifra de 7,36 mil. m³/d. În S.U.A. se va înregistra o scădere de 1,6%, producţia rămînînd la 1,48 mil. m³/d. Aceasta face ca producţia ţărilor capitaliste, exceptînd S.U.A., să înregistreze o creştere de 14,5%, atingînd 5,9 mil.m³/d. Creşterea se va datora, îndeosebi, Orientului Mijlociu, în care s-au dezvoltat în mod spectaculos potenţialul de producţie şi mijloacele de export. Producţia acestei regiuni va atinge în anul 1973, 4,45—4,9 mil.m³/d, ceea ce reprezintă un spor de 19,8% faţă de anul 1972.

Africa a cărei producţie a atins un vîrf de 955 000 m³/d în anul 1970, a scăzut în anii următori la 905 000 m³/d, dar se crede că va reveni la vechea cifră în acest an.

Zona specifică a Asiei va înregistra o creştere de 16,4% prin dezvoltarea noilor sale şantiere marine ajungînd la 350 000 m³/d.

Producţia vest-europeană va începe abia să resimtă influenţa descoperirilor din Marea Nordului, atingînd 62 000 m³/d, cu toată scăderea şantierelor terestre.

Emisfera vestică (cu excepţia S.U.A. şi Canada) va înregistra o creştere de 3,5%, ajungînd la o producţie de 795 000 m³/d. În Canada, datorită măririi exportului spre S.U.A., creşterea va fi de 18,4%, ajungînd la o cifră de producţie de 286 000 m³/d.

Producţia ţărilor socialiste, în frunte cu U.R.S.S., va înregistra o creştere evaluată la 5,3%, atingînd 1,505 mil. m³/d. Producţia U.R.S.S. va creşte cu 5% (dezvoltarea şantierelor siberiene prin punerea în funcţiune a conductelor noi de transport), atingînd 1,35 mil. m³/d.

Producţia R.P. Chineze va creşte cu 8—9% atingînd 100 000 m³/d. Producţia R.S.România se va menţine la cifra de 43 600 m³/d.

Examinînd detaliul pe regiuni, tabloul este următorul:

*Orientul Mijlociu.* Aici Arabia Saudită candidează la ocuparea locului de prim producător de ţiţei din lume, depăşind S.U.A. şi U.R.S.S., graţie investiţiilor ce se fac (evaluate la 1 mil. $/d). Producţia sa va atinge în acest an o valoare medie de 1,19 mil. m³/d, producţia sa lunară, la finele anului depăşind probabil pe cea a U.R.S.S.

Producţia Zonei Neutre (care se împarte între Arabia Saudită şi Kuweit) se evaluează la 83 000 m³/d. În Iran, creşterea va fi de 17,5%, atingînd o valoare medie de 935 000 m³/d. Producţia Kuweitului se va menţine stabilă la 477 000 m³/d.

În Irak, după scăderea ce s-a produs anul trecut în momentul naţionalizării şantierului Kirkuk producţia va reveni la 286 000 m³/d.

Se estimează că Abu Dhabi va avea o producţie medie de 222 000 m³/d datorită, în special, dezvoltării exploatărilor sale marine, care este în prezent de 100 000 m³/d, dar se consideră că va ajunge la 200 000 m³/d 1980 (programul de recuperare secundară costînd 260 mil. $.), în special, din noul şantier Mubarraz. Producţia emiratului Dubai, în special din structuri marine, va creşte cu 70%, atingînd 47 600 m³/d. În Qatar, graţie şantierului marin Bul Hanine şi terestru Dukhan, producţia va atinge 95 000 m³/d.

*Africa.* În Nigeria producţia va înregistra o creştere de 6,4% faţă de anul 1972, atingînd o medie de 307 000 m³/d, în special din dezvoltarea şantierelor marine. În Libia, datorită restricţiilor impuse de stat, producţia va scădea cu 4,2% rămînînd la 365 000 m³/d. Algeria pare să fi atins producţia sa maximă potenţială, rămînînd la 175 000 m³/d. În R.A. Egipt, prin punerea în valoare a două noi şantiere, Razzak şi Abu Gharidiq (deşertul vestic), care-şi adaugă producţia la aceea a marilor şantiere El Alamein şi El Morgan (marin, în golful Suez), producţia se va ridica la 358 000 m³/d.

*Tunisia,* în afară de şantierul terestru El Borma, a pus în valoare şantierul terestru Sidi el Itayem şi marin Ashtart (Golful Gabes) mărindu-şi producţia la 14 300 m³/d. Pe coasta de vest a Africei şantierul marin Emeraude din R.P. Congo va produce în acest an 4 750 m³/d. De asemenea, şantierele marine Torpille şi Grondin Marine din Gabon, vor ridica producţia ţării la 28 000 m³/d.

*Asia pacifică.* Producţia Indoneziei se va ridica la 207 000 m³/d, mai ales prin creşterea producţiei şantierelor marine (Ardjuna, Cinta, Zelda, Attaka) şi şantierului terestru Kasim (Irianul de V).

Producţia Australiei se va reduce în acest an la 55 500 m³/d (dezvoltarea şantierelor marine Halibutt şi Kingfish din strîmtoarea Bass şi Barrow Island pe coasta de N—V). Producţia din Brunei şi Sara Wak (kalimonton) rămîne constantă la 51 000 m³/d. În India se va înregistra o slabă scădere, rămînînd la o producţie de 24 000 m³/d.

*America Latină.* Principala ţară producătoare din această regiune, Venezuela, îşi va mări producţia cu 2,5% la 525 000 m³/d. În Ecuador după readucerea conductei trans-anadine la capacitatea sa anterioară (incendiu la o staţie de pompaj) se consideră că producţia va fi de 40 000 m³/d. Columbia şi Argentina îşi vor menţine producţiile de respectiv 31 700 m³/d şi 70 000 m³/d. În Mexic producţia va creşte la 75 000 m³/d. În Trinidad, graţie noilor şantiere marine Teak şi Samaan se va atinge 25 400 m³/d. În Brazilia, Chile şi Peru producţiile respective vor fi de 26 200, 5 500 şi 10 300 m³/d.

*Europa.* Producţiile din Austria, Franţa, R.F. Germania, Italia, Olanda şi Anglia vor scădea puţin la 36 400 m³/d. Producţia marină norvegiană va ajunge la 5 700 m³/d. Însă, spre sfîrşitul anului, prin punerea în producţie a noilor sonde răzbite în diferite regiuni ale Mării Nordului producţia va creşte spectaculos. În Spania, dezvoltarea şantierului marin Amposta Marino va face ca producţia ţării să crească de la 400 la 3 650 m³/d (numai acest şantier are o producţie potenţială de 4 800 m³/d).

Olson, W. S. **Regiunile posibil petroliere din largul coastei atlantice a S.U.A.** În: Oil Gas **71,** nr. 25, 18 iun. 1973, p. 106—108.

Geologii nord-americani examinează cu interes posibilităţile petroliere ale platformei continentale atlantice a S.U.A. Se cunoaşte bine structura geologică a zonei estice a S.U.A., iar suficiente informaţii geofizice există referitoare la platforma continentală pentru a putea extrapola cunoştinţele geologice de pe uscat în largul mării. Cîmpia costieră atlantică se scufundă aproape monoclinal în ocean şi se îngroaşă sub platforma continentală. Originea acestei platforme a intrigat pe geologi şi nu i s-a putut da o explicaţie satisfăcătoare decît cu ajutorul teoriilor mobiliste. În Triasic s-ar fi format o vale de tip rift între Africa şi America de nord care erau sudate. În acest fel s-ar fi format bazinul de evaporaţie Louann, pe locul ocupat apoi de Golful Mexic, fiind direct legat de Ocean, întrucît Marea Caraibilor nu exista încă.

Această veche linie de sudură între Africa şi America de Nord reprezintă o linie slabă pe unde magna fierbinte ieşea, ea fiind precursorul lanţului muntos actual din axul Atlanticului. În acest fel o manta din material magnetic de mică densitate s-a răspîndit simetric de ambele părţi ale riftului, învelind mantaua. El a avut o grosime maximă de 30 km şi o lăţime de 1 000 km. Orogenia acadiană a influenţat zona, făcînd o parte să iasă din ape expunînd-o eroziunii eoliene,

care a eliminat un strat gros de circa 10—15 km în decurs de circa 30 mil. de ani, în Jurasic.

Condiţiile depunerilor marine au fost posibile într-un ocean Atlantic mult mai strîmt ca acum. S-au putut forma suficiente bancuri de roci carbonatate servind de roci rezervor şi, de asemenea, suficiente formaţiuni recifale.

În Jurasic şi Cretacic condiţiile climatice erau foarte favorabile creării acestor formaţiuni recifale. Situaţia era asemănătoare aceleia întîlnite în acel moment în Golful Persic.

Mişcări orogenice post- paleozoice nu par să fi intervenit, dar mişcările de subsidenţă ale fundamentului au produs falieri şi formarea de grabene şi horsturi. Zonele favorabile prezenţei petrolului par a fi acelea rămase mai sus, cele scufundate prezentînd condiţii defavorabile.

În lipsă de suficiente informaţii, căutarea petrolului în această mare zonă marină se poate baza pe asemănarea cu alte regiuni. Coasta Americii de nord de la Capul Haterras pînă în Bahamas se aseamănă cu zona Tampico (Golful Mexic) şi cu coasta Arabiei Saudite din Golful Persic, ambele cu abundente rezerve petroliere (golful Tempico cu o întindere costieră de 10 ori mai mici ca coasta Atlantică a Americii de Nord, are rezerve recuperabile evaluate la aproape 1 mrd. $m^3$).

Lipsa de cunoştinţe precise va face explorarea dificilă şi plină de riscuri. În afară de aceasta adîncimile oceanului ajungînd la 900 m pe această platformă, fac atît forajul, dar mai ales exploatarea, extrem de dificilă în condiţiile actuale ale tehnologiei. Ca un şantier să poată fi exploatabil în aceste condiţii trebuie ca rezervele sale de ţiţei să fie extrem de mari pentru a asigura rentabilitatea operaţiilor.

King, R. E. **Potenţial maxim pentru descoperirea de gaze şi ţiţei la forajul marin din Louisiana în 1973.** În : Gas Abstracts, **29.** nr. 5, mai 1973, p. 100.

Regiunile din S.U.A. cu cele mai mari perspective pentru descoperirea de rezerve importante de gaze şi ţiţei în 1973 sînt platforma continentală din Louisiana, Jurasicul din Alabama şi Florida, unele bazine din Rocky Mountain şi bazinul Michigan.

Rezultatele bune înregistrate în insulele arctice şi în delta Mackenzie au impulsionat în Canada interesul pentru o activitate intensă de foraj şi de finanţare. Pe platforma continentală estică a Canadei sînt active patru instalaţii de foraj. În Mexic s-au descoperit rezerve importante de ţiţei pe structurile Cactus şi Sitio Grande în partea sudică a bazinului Tabasco. În Guatemala s-a descoperit un zăcămînt de ţiţei la un dom de sare din regiunea Peten.

* * * **Noi descoperiri în Marea Nordului** În : Petroleum Press Service **XL**, nr. 8, 1973, p. 284.

O importantă descoperire a fost efectuată în blocul 211/23 din sectorul britanic al Mării Nordului, la circa 12 km de zăcămîntul Brent şi la 17 km la nord-est de insulele Shetland, denumită zăcămîntul Dunlin.

La 10 km la nord de Dunlin s-a descoperit petrol la sonda Halibut 211/18.2 care are o zonă producătoare la 100 m adîncime, care ar putea să dea o producţie de ordinul a 15 000 t/zi.

La sud de marele zăcămînt Brent, care conţine rezerve de cel puţin 140 mil. t din care se poate obţine o producţie de 40 000 t/zi, s-a găsit petrol în blocul 3/15 şi gaze naturale în blocul 3/19 la circa 64 km la nord-est de zăcămîntul Frigg, situat pe linia de demarcaţie între Marea Britanie şi Norvegia.

Mai la sud, la 110 m adîncime a apei şi la circa 160 km la sud-est de insulele Shetland prima sondă de evaluare a zăcămîntului Beryl a confirmat valoarea comercială a acestuia, dînd 780 t/zi petrol de 36° API cu 110 $m^3$ gaze pentru fiecare tonă de petrol. Dezvoltarea zăcămîntului Beryl este în curs; producţia lui este estimată la peste 15 000 t/zi.

Situarea noilor descoperiri lasă să se întrevadă că zona între insulele Orkneys şi Shetland va deveni o regiune petrolieră şi gazieră tot atît de bogată ca şi zona de sud a bazinului septentrional, în apropiere de Mid- Nordh Sea High şi Fyn Rinboking High, unde este situat zăcămîntul Ekofisk.

În sectorul danez s-au găsit indicii de petrol şi gaze naturale la extremitatea de vest, în apropierea limitelor sectoarelor norvegiene, britanice şi germane. Producţia din primul an a zăcămîntului Dan nu a fost decît de 187 000 t cu toate că s prevăzuse 500 000 t. Pentru a mări producţia acestui zăcămînt se va mai fora o sondă.

Hark, H. U. şi Schoneich, H. **Descoperirile noi de ţiţei şi gaze în Marea Nordului, stadiul şi dezvoltarea explorărilor de hidrocarburi în anul** 1971—1972. În : Gas Abstracts **29,** nr. 5, mai 1973, p. 100.

Se face o expunere a activităţii de exploarare şi de foraj pentru ţiţei şi gaze în Marea Nordului în cursul anilor 1971—72, cu descrierea descoperirilor făcute de Marea Britanie, Norvegia, Danemarca, R.F. Germania şi Olanda. Producţia anuală de gaze de 0,7 tril. cft (20 mrd. $m^3$) şi cea de ţiţei de 2,2 mil.t în 1972 se estimează că va creşte la 2,1 tril. cft (60 mrd. $m^3$) respectiv la 5,5 mil. t în anul 1975. La nivelul anului 1980 producţia de gaze va ajunge la 3,5 tril. cft (100 mrd. $m^3$) şi cea de ţiţei la 110 mil. t.

Rezervele de gaze naturale în Marea Nordului sînt estimate la 70 tril. cft (2 tril. $m^3$) şi cele de ţiţei la 1,54 mrd. t.

* * * **Prospecţiune petrolieră în Elveţia.** În : Petrole informations nr. 1279, 1973, p. 17.

În cursul zilelor de informare care au avut loc la Yverdon în luna iunie, consorţiul Swisspetrol Schell a expus stadiul cercetărilor petroliere în Elveţia.

Această ţară, în care petrolul furnizează aproape 80% din energie a urmărit întotdeauna problemele petroliere cu o deosebită atenţie şi a căutat în mai multe rînduri să descopere zăcăminte de hidrocarburi pentru a micşora dependenţa sa în materie de producere a energiei.

În cantoanele Berna şi Vaud a început o campanie de prospecţiune seismică, în apropiere de Essertines unde în anul 1963 au fost găsite indicii de petrol.

În aceste lucrări se foloseşte o nouă tehnică pe bază de simple vibraţii provocate de camioane şi înregistrate de către o serie de seismografe ale căror rezultate sînt prelucrate de ordinatori. Camioanele îşi îndeplinesc munca lor pe drumuri şi presiunea pe care o exercită pe sol—prin intermediul unei plăci de transmisie — nu depăşeşte 1 $kgf/m^2$. Avantajul acestei metode este acela de a prezerva nu numai mediul înconjurător care era pus la contribuţie prin metoda tradiţională care constă în folosirea dinamitei, dar chiar a îmbrăcăminţii rutiere.

Se aşteaptă rezultatul profilelor obţinute pentru a se efectua forări de exploatare, dar infrastructura geologică ocală nu justifică prea mult optimism.

* * * **Cercetări în regiunile de frontieră ale Canadei.** În: Petroleum Press Service **XL**, nr. 7, 1973, p. 246.

Explorarea petroliferă în Canada se concentrează în prezent în regiunile de frontieră, delta fluviului Mackenzie şi insulele din Marele Nord, cum şi platforma continentală atlantică din est. În cursul ultimilor trei ani s-au descoperit rezerve importante de gaze naturale în delta fluviului Mackenzie, în insulele arctice. Disponibilitatea pe termen lung a acestor noi resurse este indispensabilă Canadei pentru a satisface în viitor nevoile de energie, iar cererea S.U.A. în special de gaze naturale, constituie un factor hotărîtor pentru dezvoltarea rapidă a acestor zăcăminte.

Chiar dacă producţia de petrol a surselor tradiţionale din Canada va creşte încă cîţiva ani, rezervele — atît cele de gaze naturale cît şi cele de petrol — vor scădea.

Pînă în prezent cea mai reuşită campanie de explorare în regiunile de frontieră a fost efectuată pe ţărmul mării Beaufort, în delta fluviului Mackenzie şi în regiunile învecinate. În anul 1970 a fost descoperit zăcămîntul de la Atkinson Point H—25, pe coasta de nord a peninsulei Tuk, la peste 160 km la nord-vest de principalul zăcămînt al regiunii Imink, care a debitat la încercări 400 t/zi de la o adîncime de circa 1 900 m. Urmează apoi Mayogiak, la 32 km la sud-vest, unde s-au găsit gaze naturale şi petrol (în devonianul mijlociu), considerat ca foarte productiv. În anul 1971, s-a descoperit zăcămîntul de gaze naturale şi condensate de la Taglu G—33 pe insula lui Richard în deltă la circa 110 km la nord de Inuvik şi cel de gaze naturale de la Mallik L—38.

În anul 1972 s-a efectuat prima descoperire în delta propriu-zisă la Ivik J—26. La jumătatea distanței între Inuvik și coastă s-a efectuat în anul trecut o descoperire importantă la Parsons-Lake, unde o sondă de extindere a dat debite de 80 000—1 mil. m³/zi. La sud de Taglu s-au găsit gaze naturale la Ya Ya P—53, la Reindeer F—36 și la Niglintgak, la 14 km la vest de Taglu.

În prezent se construiește o insulă artificială în Marea lui Beaufort pentru explorarea marină, se explorează valea fluviului Mackenzie (în straturile devoniene) cum și Yukonul și teritoriile de nord-est.

Se estimează în prezent că rezervele de gaze naturale din regiunea deltei fluviului Mackenzie, din care cea mai mare parte se află în zăcămîntul de la Taglu, ating 280—420 mil. m³ și că vor continua să crească.

A doua regiune care se explorează este regiunea arctică de nord, în numeroasele insule care se găsesc de la marea lui Beaufort la marea lui Baffin.

În bazinul Sverdrup s-au găsit importante zăcăminte de gaze naturale în insula Regelui Cristian și în Kristoffer Bay (insula Ellef-Ringnes). De asemenea, s-au găsit gaze naturale în insula vecină cu Thor (5 mil. m³/zi), în peninsula Sabina din insula Melville (pe coasta de est la Drake Point și la Heela la vest). Rezervele zăcămîntului de la Draka Point sînt estimate la 140 mil.m³.

Se estimează în prezent că rezervele de gaze naturale din insulele arctice se ridică la 420 mil. m³. În această regiune s-a găsit și petrol, în insulele Thor, Ellesmere și Melville, iar exploatarea continuă.

Cercetări intensive au loc și pe coasta de est a Canadei, în special în platforma continentală a Noii Scoții, în jurul insulei Sable și al Marilor Bancuri la sud și la sud-est de Terra Nova cum și în largul coastelor Labradorului. Geologii consideră această regiune ca foarte promițătoare și estimează rezervele din largul Labradorului și din marea lui Baffin la 4 miliarde t petrol și la 4 bilioane m³ de gaze naturale.

* * * **Numărul șantierelor petrolifere descoperite în anul 1972 în SUA a crescut cu** 30,5%. În : Oil Gas, **71**, nr. 24, 11 iun. 1973, p. 60—61.

În cursul anului 1972, în S.U.A. s-a forat un total de 42,2 mil.m. prin 28 755 sonde de toate categoriile (explorare, exploatare, referință și injecție) ceea ce reprezintă o creștere față de 1971 de 5,3% la numărul sondelor și de 7,8% la metrajul forat. Numărul sondelor de explorare a fost de 7534, adică un număr crescut cu 617 unități față de 1971.

S-au descoperit în acest fel 566 de structuri noi, din care 110 cu importanță mare (categoriile de zăcăminte *A* la *D* : Categoria A, zăcăminte cu rezerve recuperabile mai mari de 8 mil. m³ țiței sau 8,5 mrd. Nm³ gaze ; categoria *D* zăcăminte cu rezerve de 0,16—1,6 mil. m³ țiței sau 0,17—1,7 mrd. Nm³ gaze). Adîncimea medie a sondelor de exploatare a depășit 1 800 m ; s-au forat 9,42 mil. m în explorare, ceea ce dă o valoare medie de 1860 m/sondă.

Aceasta reprezintă o mărire de 1,37 mil. m față de 1971 (cu o creștere a adîncimii medii pe sondă de 50,4 m).

Considerînd numărul de 566 structuri noi descoperite în 1972, aceasta reprezintă o creștere de 30,5% față de cele 434 descoperite în 1971, dar procentul de descoperiri importante (categoriile *A* la *D*) a fost numai de 19,4% din total, pe cînd în 1971, acest procent a fost de 27,2%.

În total, explorările făcute în 1972 au dus la descoperirea următoarelor rezerve : țiței și condensat 93 mil. m³ ; gaze 142 mrd. Nm³, adică față de 1971 plusuri respective de 2,8% la țiței și 3,2% la gaze.

Din clasa *A* de zăcăminte (8 mil. m³ țiței sau 8,5 mrd. Nm³ gaze) s-au descoperit două șantiere gazeifere : *1* — în blocul federal A — 1 în largul comitatului Matagorda (Texas), o sondă debitînd din Miocen de la 2860—2890 m, 11,74 mil. Nm³/d ; *2* — sonda 1 Kemik pe versantul nordic din Alaska, 90 km S de șantierul Prudhoe Bay, la 4 800 m.

Din categoria *B* de zăcăminte (țiței 4—8 mil. m³, gaze 4,2 la 8,5 mrd. Nm³) s-au găsit de asemenea două : *1*—sd. 1 Holt, comitatul Wheeler (Texas) care a dat de la 4800 m, 310 000 Nm³ gaze ; *2* — sonda 1 St. Regie Paper (comitatul Santa Rosa, Florida), în continuarea șantierului Blackjack Creek, care a debitat pe duză 3,6 mm din stratul Norphet, la 4 950 m, un debit de 59 m³/d țiței cu densitate 0,775 kg/dm³.

* * * **Un nou mare șantier marin în Golful Persic.** În : Oil Gas J., **71**, nr. 24, 11 iun. 1973, p. 59.

Buttes Gas and Oil Co. a obținut la sonda sa A—2 Mubarek, situată la 15 km în largul insulei Abu Musa din Golful Persic, un debit de țiței de 9 500 m³/d din trei orizonturi productive, pe duză de 45 mm.Acest debit indică existența unor rezerve importante de țiței și gaze (rația gaze-țiței în timpul probei a fost de 160 m³/m³). Rezultatele acestei sonde confirmă rezultatele obținute acum cîteva luni la sonda A—1. Ea a debitat dintr-un singur orizont productiv 1750 m³/d țiței. Densitatea țițeiului obținut este de 0,845 kg/dm³, cu un conținut redus de sulf. De la un al doilea orizont, aceiași sondă a obținut 3 500 m³/d țiței cu densitate 0,840 și o rație de 150 m³/m³ (presiune la tubing de 75 at). Sonda A—2 s-a forat de pe aceiași platformă ca și sonda A—1 (debit 2 200 m³/d din patru orizonturi, întovărășit de 830 000 Nm³/d gaze).

Aceste sonde se află la 15 km de coastele insulei Abu Musa care este situată între Coasta Trucială a emiratelor și zăcămîntul petrolifer iranian Sharjan. Continuarea lucrărilor de conturare a noului zăcămînt se va realiza cu ajutorul unei instalații de foraj autoridicătoare, prima sondă săpîndu-se la 4—5 km de primele două sonde.

* * * **Extinderea forajului în ape mai adînci în Marea Caspică** În : Oil Gaz J., **71**, nr. 24, 11 iun. 1973, p. 70—71.

Pînă în prezent U.R.S.S. nu a construit pentru forajul marin decît platforme fixe. Printre ultimele construite, una a fost instalată în ape adînci de 80 m și alta în ape de 55 m. În prezent se proiectează o platformă fixă pentru ape adînci de 100 m, care va fi instalată grație unor macarale plutitoare de 1000 t (ceea ce ar permite instalația de platforme în ape de 200 m).

Lucrările de foraj marin, încetinite din lipsa de instalații mobile, au făcut ca producția din zăcămintele marine să scadă în 1972 la 37 500 m³/d (față de 41 000 m³/d în 1970). Principalul șantier marin descoperit astfel în Marea Caspică, este situat în apropiere de marele zăcămînt Neftianie Kamenii în largul peninsulei Apșeron. Noul șantier „28 aprilie" se află în ape adînci de 85 m.

În afară de Caspica, U.R.S.S. a mai întreprins unele foraje marine pe coastele Mării Negre (R.P. Bulgaria), în Marea Baltică (R.D.G. și R.P. Polonă) și pe coastele Indiei (Combay) și Cubei. Se intenționează execuția de foraj în aceste condiții în Irak (partea de nord a Golfului Persic), în largul Thrilanka, (Ceilon) Banglades-ului și pe platforma continentală dintre Cuba și insulele Bahamas (eventual, de asemenea, în largul Nigeriei și Perului).

Între timp, se află în curs de construcție la Astrahan zece platforme autoridicătoare, din care prima va fora în ape pînă la 60 m.

În apele Mării Caspice forează și o instalație autoridicătoare construită în șantiere olandeze. Unitatea „Kazar" poate fora sonde de 6 000 m în ape de 60 m. Ea a forat o sondă de explorare de 4 300 m, în ape de 51 m, pe bancul Livanov, la 80 km V de peninsula Șelen (R.S.S. Turkmenă).

Sonda a produs 115 m³/d condensat și 700 000 Nm³/d gaze, de la o adîncime depășind 4 000 m. Rezultatul obținut a dus la construirea în apropierea sondei de descoperire, a unei platforme fixe cu patru picioare pentru foraj și exploatare (ape adînci de 55 m).

Dalton, C.P. și White, T. **Țițeiul din Orientul Mijlociu — o analiză a evoluției industriale.** În Petroleum Review, **27**, nr. 318, iun. 1973, p. 219—225.

În balanța energetică mondială țițeiul și gazele naturale intervin ca o acoperire de 80% față de 75% în 1970, de 60% în 1960 și numai 40% în 1950.

Trei regiuni importante de pe glob și anume SUA, Europa de Vest și Japonia totalizează 85% din consumul mondial de energie și depind într-o măsură foarte mare de importurile de țiței din Orientul Mijlociu, care în anul 1980 va deține circa 48,5% din producția mondială. S.U.A. importă astăzi din diferite țări 26% din necesarul total de țiței. Această cotă de import va crește pînă la sfîrșitul actualului deceniu la 40%. Japonia va depinde în continuare aproape în întregime de importul de țiței, iar țările Europei de Vest, care astăzi

importă 97% din totalul necesarului, vor scădea la 80% cota de import la țiței.

Țările principale producătoare de țiței din Orientul Mijlociu sînt: Arabia Saudită, Iran, Irak, Abu Dhabi, Kuweit, Katar. În această zonă producția și investițiile sînt controlate de opt societăți mai importante (Exxon, Gulf, Mobil, Standard of California, Texaco, Royal Dutch/Shell, British Petroleum și Companie Française de Petrole). Se arată succint evoluția relațiilor dintre aceste societăți și țările respective din Orientul Mijlociu.

* * * **Un sistem nou de scufundarea operatorilor pe fundul mării.** În: Erdöl und Kohle, **26**, nr. 6, iun. 1973, p. 363.

Pentru prima oară Shell în colaborare cu Lockheed au instalat la o sondă în Golful Mexic întregul echipament de producție pe fundul mării fără ajutorul scafandrilor, folosind un sistem nou, care în prealabil a fost trecut printr-o etapă lungă de încercări.

Elementele principale ale noului sistem constau din capsula de scufundare, ce servește pentru transportul de la suprafață la locul de lucru a operatorilor și din camera de scufundare, înaltă de 9 m, lansată pe capul sondei. Printr-un procedeu similar celui folosit la manevrarea navelor cosmice, capsula de scufundare se cuplează cu camera de scufundare, formînd un ansamblu unic. După această cuplare lucrările de montaj al echipamentului pe fundul mării la capul sondei se execută în condiții normale de presiune. Camera de scufundare rămîne în viitor pe gura sondei și servește pentru reparații și controale ulterioare.

Se pretinde că noul sistem permite operații la sonde cu adîncimi de apă pînă la 900 m. În următoarea etapă, pînă în 1975, se va executa a doua cameră de distribuție destinată să dirijeze și să controleze extracția la mai multe sonde. În sfîrșit în ultima etapă se prevede construirea unei unități complete de extracție submarină.

* * * **Producția de petrol din Indonezia în creștere bruscă.** În: Petroleum Press Service, **XL**, nr, 7. 1973, p. 254

Producția din Indonezia a crescut brusc în cursul anului trecut cu 21,2%, ajungînd la 56 mil. t. În anul 1971, creșterea producției de petrol a Indoneziei a fost de numai 4,5%, cu o producție medie de 120 000 t/zi.

Creșterea considerabilă a producției a avut loc datorită celor 6 mil. t suplimentare produse de complexul Minas în provincia Rian din centrul Sumatrei și celor 3,5 mil.t din producția marină.

Rapiditatea cu care sînt dezvoltate descoperirile recente, ca și intensificarea exploatării zăcămintelor cunoscute fac ca să se prevadă în acest an o producție de 250 000 t/zi.

În cursul anului trecut s-a înregistrat, de asemenea, și o creștere a exportului de petrol (24,8%) care a atins 40 mil. t (față de 25 mil. t și un procent de creștere de 4,9% în anul 1971), principalul client fiind Japonia. Cu toate că în anul 1971 era în scădere cu 7,3%, în anul trecut exportul de produse finite a crescut la circa 7,5 mil. t, din care Japonia a primit 5,5 mil. t. S-a exportat în special reziduuri parafinice 4,9 mil.t și păcură 1,4 mil.t. Producția de finite a fost de 15,6 mil.t.

Recentele descoperiri de petrol cu conținut scăzut de sulf din marea Javei, la largul costelor de est ale Kalimantanului și la Irian Jaya indică probabil existența unor zăcăminte de petrol comercializabile.

La Irian Jaya, a treia sondă forată a erupt cu un debit de 3450 t/zi, cel mai ridicat debit întîlnit în Indonezia pînă în prezent. Zăcămîntul de la Kasim care dă petrol cu conținut redus de sulf, de 43° API, va intra în producție la sfîrșitul acestui an, cu un debit de 4500 t/zi. Sonda Jaya 1, la 4,8 km la sud de Kasim a dat, în cursul unei încercări de producție, petrol de 43,5.API, cu o un debit stabilizat de 1560 t/zi. Se prevede că producția de la Arjuna-et-al va crește de la 8,8 t/zi la 15 700 t/zi la sfîrșitul acestui an și la 24 500 t/an la sfîrșitul anului viitor, iar cea a zăcămîntului de la Attaka va atinge 14 500 t/zi la sfîrșitul acestui an. La sud de Attaka se află zăcămîntul, care a dat în cursul încercărilor 1 000 t/zi petrol de 17—25,7° API din trei zone și 476 000 m³/zi gaze naturale din două zone, la adîncimi de 960 și 1470 m. Acest zăcămînt va intra în funcțiune în acest an, cu o producție inițială de 3 600 t/zi. La 32 km la nord de Attaka se află Kerindingan (400 t/zi petrol de 31°API și 130 t/zi petrol de 22°API plus 84 000 m³/zi gaze naturale).

La 160 km de Attaka se află Sepinggan nr. 1, care a dat 2 800 t/zi petrol de 29—32° API din trei zone situate între 2 700 și 3 500 m adîncime. Zona de gaze naturale, situată la adîncimea cea mai mare la 3 700 m a dat 268 000 m³/zi gaze naturale și 27 t/zi petrol de 40° API.

În largul coaste'or Mahakamului (est Kalimantan) s-a confirmat descoperirea zăcămîntului de la Bekapai; în aceeași zonă s-au descoperit anul trecut gaze naturale (300 000 m³/zi) și condensate (67 t/zi) la Penjilatan 1. Tanjung Bayon nr. 1 situat la 40 km la nord de Bekapai a produs la încercări 484 000 m³/zi gaze asociate și 170 t condensate de 56° API, la o adîncime a apei de numai 3 m.

Cea mai importantă descoperire de hidrocarburi din regiunea de est a Kalimantanului este zăcămîntul de la Badak, la 104 km la nord est de Balikpapa. Prima sondă forată în acest zăcămînt a dat, anul trecut, 366 t/zi petrol dintr-o singură zonă și 400 000 m³/zi gaze naturale din două zone.

Se prevede că, la sfîrșitul acestui deceniu, Indonezia va exporta gaze naturale lichefiate în Japonia și eventual și pe Coasta de est a S.U.A. Se intenționează să se construiască o uzină de lichefiere a gazelor naturale la Loh Leumawe, în Aceh, în nordul Sumatrei, într-o regiune în care sonda Arun A—2 a dat 1,4 mil. m³/zi gaze naturale și 260 t condensate, iar sonda Lho-Sukon A—1 (la sud-est de Arun și la sud-vest de complexul petrolier Asamera de la Djulu Rajen cu o capacitate de 2500 t/zi) a dat 756 000 m³/zi gaze naturale.

În vederea exportului de gaze naturale s-a încheiat un acord de principiu cu două societăți japoneze pentru construirea unei uzine de lichefiere a gazelor naturale în apropierea zăcămintelor de la Palembang în sudul Sumatrei, care ar avea o capacitate inițială de 150 000 t/an care va fi ulterior extinsă la 1 mil. t/an gaze naturale lichefiate. Costul total al acestei uzine ar fi de 9 000 mil. yeni.

Resursele de gaze naturale cunoscute pînă în prezent în Indonezia sînt estimate la 8 mil. t gaze naturale lichefiate.

* * * **Rezervele de țiței și gaze naturale din R.F.Germania la 1 ian. 1973.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 5, mai 1973, p. 189.

Oficiul de Cercetarea Solului a făcut cunoscut oficial că la 1 ian. 1973 rezervele de gaze naturale și de țiței în R.F. Germania au fost estimate la 350 mrd. m³ gaze și 75,5 mil. țiței. Din cele 350 mrd. m³ de gaze, 259,7 mrd, m³ sînt rezerve sigure și 90,3 mrd. m³ rezerve probabile, iar la țiței 53 mil. t sînt rezerve sigure și 22,5 mil. t rezerve probabile.

Pe regiuni repartizarea rezervelor de 350 mrd. m³ de gaze se prezintă astfel: 71% revine regiunii dintre Weser și Ems, 15,5% zonei de la vărsarea rîului Ems, 7% regiunii de la vest de Ems, 4,4% regiunii dintre Elba și Weser și 2,1% Vorlandului alpin.

La țiței din rezervele de 75,5 mil. t revine regiunii de la vest de Ems 47,5%, urmată de regiunea dintre Weser și Ems cu 26% și de regiunea dintre Elba și Weser 15%.

* * * **Rezervele mondiale de gaze naturale la sfîrșitul anului 1972.** În: Erdöl-Erdgas-Zietschrift, **89**, nr. 5, mai 1973, p. 191—192.

La sfîrșitul anului 1972 rezervele mondiale de gaze naturale au fost estimate la 53,3 tril. m³. Față de rezervele estimate în 1971 s-a înregistrat o creștere de 4,5 tril.m³, sau 9,2%. Această rezervă este suficient de acoperitoare pentru ritmul de producție de astăzi de 1,2 tril. m³. Într-adevăr, pentru un raport de 1 :20 între producție și rezerve, socotit astăzi foarte convenabil, la ritmul din prezent chiar numai jumătate din rezervele de gaze prezintă o acoperire largă.

Rezervele de 53,3 tril. m³ repartizate pe regiuni mari se prezintă astfel: 35,3% U.R.S.S., R.P. Chineză și restul țărilor socialiste, 21,5% America, 18,3% Orientul Mijlociu, 10% Africa, 9,5% Europa de Vest, 5,4% Asia și Australia.

* * **Sonda de extindere Eldfisk 7 a produs zilnic la testele executate 1 800 t ţiţei.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. , mai 1973, p. 191.

În zona Ekofisk, din apele norvegiene ale Mării Nordului, estele de producţie executate de consorţiul Phillips la sonda Eldfisk 7, situată la 20 km spre sud de Ekofisk pe blocul de concesiuni 2/7, au depăşit aşteptările cu o producţie de ţiţei de 1 800 t/zi pe duză de 1/2 in. Sonda aceasta a confirmat productivitatea zăcămîntului descoperit cu sonda Eldfisk 3X pe o locaţie numai la 2 km distanţă, care la testele executate în august 1972 a produs zilnic 700 t ţiţei.

Sonda de extindere Eldfisk 7 a interceptat două orizonturi în Danian (cretacic) în intervalul de adîncime 2 790—2 900 m.

În consorţiul Phillips Petroleum Co sînt interesate în această regiune firmele Phillips cu 36,96%, fiind şi operator, Petrofina cu 30%, Agip cu 13,04% şi grupul Petronord cu 20%, compus din mai multe firme (Norsk Hydro, Elf, Total, Aquitaine, Eurafrep, Coparex şi Cofranord).

Goodfellow, R. **Tehnologia submarină pentru exploatarea ţiţeiului şi gazelor.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr, 5, mai 1973, p. 195—196.

Se descrie activitatea desfăşurată de British Petroleum în Marea Nordului pentru descoperirea de ţiţei şi gaze. British Petroleum a descoperit în 1965 primul cîmp britanic de gaze naturale comerciabil. Pînă la începutul anului 1968 s-a terminat faza iniţială a lucrărilor de la West-Sole. În iulie 1967 s-au livrat primele cantităţi de gaze naturale pe conducta de 70 km lungime construită între West-Sole şi punctul terminal pe coastă amplasat la Easington. Astăzi West-Sole poate produce zilnic 5,7 mil. $m^3$ de gaze naturale.

În vara anului 1970 insula semisubmersibilă de foraj „Sea Quest", care a operat la West-Sole, a fost deplasată în partea de nord a sectorului britanic, unde a început forajul la sonda 21/10—1, devenită celebră astăzi prin descoperirea zăcămîntului de la Forties. În previziunile iniţiale s-a planificat ca producţia de ţiţei de la Forties să ajungă la sfîrşitul anului 1975 la 12,5 mil. t/an. Primele livrări de ţiţei pe conducta de 170 km lungime, în curs de montare între Forties şi golful Cruden-Shetland, se vor putea face către finele anului 1974.

Se descriu succint tehnicile folosite pentru montarea conductelor submarine de gaze şi de ţiţei, sistemul cu ambarcaţiuni de scufundare şi sistemul camerelor de lucru lansate pe fundul mării de pe un vas de serviciu, care asigură energia necesară echipamentului şi amestecul de respiraţie pentru scafandri. În prezent sînt în curs, execuţii de echipamente şi de capete de erupţie de tipuri noi, montate pe fundul mării pentru extracţia ţiţeiului şi gazelor. Soc. British Petroleum dezvoltă o intensă activitate în domeniul tehnicii şi tehnologiei submarine pentru explorarea şi exploatarea gazelor. şi ţiţeiului.

Negoiţă, V. **Modelele matematice pentru prelucrarea cu calculatorul electronic a rezultatelor măsurătorilor electrometrice în roci carbonatate.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 5, nr. mai 1973, p. 174—180.

Rocile carbonatate, dintre care cele mai importante dolomitul şi calcarul, sînt frecvent amestecate cu argile, cuarţ, anhidrit, ghips sau sare şi prezintă adesea un schelet complex şi complicat. Aceste roci, în general caracterizate de schimbări neaşteptate în structura porilor, distribuţia acestora şi conţinutul de fluide, au ridicat totdeuna dificultăţi la estimarea posibilităţilor de exploatare a hidrocarburilor ce le conţin.

Introducerea măsurătorilor electrometrice moderne şi a metodelor îmbunătăţite de interpretare, care folosesc prelucrarea cu calculatorul electronic, înlesnesc estimarea conţinutului de hidrocarburi în zăcămintele de roci carbonatate. Numeroase studii executate în ultimii ani au condus la folosirea unor modele matematice pentru îmbunătăţirea datelor obţinute în rocile carbonatate.

Autorul descrie modelele matematice, pentru prelucrarea cu calculatorul electronic, aplicabile în cazul rocilor carbonatate sau a rocilor cu litologii complexe. Un număr mare de diagrafii, cuprinzînd o largă varietate de probleme au fost prelucrate şi valorificate cu succes cu metoda prezentată.

* * * **Construirea de caverne subterane pentru stocarea de materii prime şi produse finite în R.F.Germania.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **89**, nr. 6, iun. 1973, p. 230.

Firma Kavernen Bau-und Betriebs-GmbH (KBB) Hanovra, are în plan executarea în formaţiuni de sare a două proiecte mari de caverne subterane pentru depozitarea de ţiţei.

Primul proiect se referă la un grup de 33 caverne amplasate la Etzel (10 km sud-vest de Wilhelmshaven), care vor avea o capacitate totală de stocare de 10 mil. t ţiţei ca rezervă de stat intangibilă. Valoarea lucrărilor se ridică la 360 mil. DM. Cavernele vor avea formă cilindrică şi o înălţime de 600 m. Forajul primelor sonde este în curs, iar procesul de dizolvare va începe în august 1973. Executarea lucrărilor va dura circa 4 ani, dar primele cantităţi de ţiţei vor începe să se introducă după un an.

Al doilea proiect de proporţii ceva mai reduse se va executa de KBB în Blexen (Ostfriesenland) pentru firma Wintershall cu destinaţia pentru stocarea a 2,5 mil. t ţiţei. Lucrările vor fi terminate în anul 1977 şi valoarea investiţiei, cu toate instalaţiile de dizolvare, va fi de 50 mil. DM.

# INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

● Consiliul de miniştri sovietic a hotărît ca între anii 1974 şi 1976, 35 000 de auto-vehicule grele din Moscova să fie echipate pentru a funcţiona cu gaze lichefiate. Măsuri asemănătoare vor fi luate şi în celelalte mari oraşe din Uniune. La Moscova sînt în circulaţie 1 500 de vehicule echipate în acet fel, care sînt alimentate prin opt centre alimentate cu gaze şi se prevede înfiinţarea a încă 40 de staţii. Această dispoziţie se referă şi la autobuze şi se studiază adaptarea lor şi la taxiuri.

● Noile instalaţii de producţie ale zăcămîntului de gaze naturale de la Orenburg, în Siberia, au intrat în funcţiune cu o producţie iniţială de 15 miliarde $m^3$/an care va creşte ulterior la valori de 25—30 miliarde $m^3$/an sau chiar 35—40 miliarde $m^3$/an pînă la sfîrşitul celui de al IX-lea cincinal.

● Zăcămîntul de la Murbaraaz, situat la 60 km în largul coastelor din Abu Dhabi, a intrat în funcţiune cu o producţie de 4 000 t/zi din nouă sonde. Peste doi ani producţia va creşte la 15 000 t/zi petrol de bună calitate comparabilă cu cea a petrolului de la Munran.

● Încercările efectuate la ultima sondă forată în zăcămîntul Eldfisk, situat la sud de Ekofisk au dat un debit de 1 400 t/zi, ceea ce arată că estimările rezervelor potenţiale din zăcămînt pot fi revizuite. Dacă noile sondaje care se efectuează la circa 6 km la sud—est de această sondă vor fi concludente, zăcămîntul de la Eldfisk ar putea să conţină circa 70 mil. t petrol recuperabil.

● În S.U.A. s-au obţinut 600 000 $m^3$/zi gaze naturale de la o adîncime de 3 000 m la o sondă forată în comitatul Reeves (Texasul Occidental).

● În Iugoslavia, INA a descoperit un zăcămînt de gaze naturale în Marea Adriatică, la 150 km la vest de Zadar. De asemenea, în nord—estul Croaţiei s-au găsit indicii de gaze naturale şi condensate.

● Cea de-a doua rafinărie de la Ashdod a intrat în funcţiune cu o capacitate de 4 000 000 t/an. Lucrările au costat 55 mil. dolari. Prin darea în funcţiune a acestei rafinării capacitatea de rafinare a Israelului a crescut la 10 000 000 t/an.

● La Singapore, Mobil a terminat extinderea rafinăriei de la Jurong a cărei capacitate a crescut de la 1 250 000 t/an la 8 750 000 t/an. Lucrările au costat 45 mil. dolari.
De asemenea, Singapore Petroleum Co. a terminat noua sa rafinărie din insula Merlima, cu o capacitate de 3 250 000 t/an.

● În viitorii cinci ani, capacitatea de rafinare a Iugoslaviei va creşte pînă la 24 000 000 t/an.

● Ca urmare a măririi capacităţii rafinăriei spaniole de la Puertollano de la 3, 5 mil. t la 7,5 mil. t s-a mărit şi capacitatea conductei de transport al petroiului dintre Malaga şi Puertollano, de 265 m lungime, prin instalarea unei noi staţii de pompare la Lucena (provincia Cordova), în afară de cele existente la Malaga şi Montoro (provincia Cordova). Se vor construi staţii de pompare identice şi la Abdalajis, Castro del Rio şi Fuencaliente, ceea ce va mări capacitatea de pompare la 1 000 $m^3$/h.

● Criza energetică din S.U.A. a antrenat o creştere a transportului de petrol prin conductă Eilath — Ashkelon care în prezent a atins o capacitate de 40 mil. t/an (faţă de 25,5 mil. t în anul 1972). Capacitatea maximă de transport a acestei conducte este de 60 mil. $m^3$/an. Iranul a încheiat un acord cu R.F. Germania pentru construirea în Iran a unei rafinării cu o capacitate de peste 27 mil. t/an care va fi cea mai mare din lume. Lucrările vor dura 3 ani. Cea mai mare parte a producţiei acestei rafinării va fi exportată în R.F. Germania.

● O nouă conductă de transport al petrolului va fi construită în U.R.S.S., între zăcămîntul de la Bakhar şi peninsula Apcheron. Conducta va avea un diametru de 400 mm.
De asemenea se studiază construirea a două noi conducte, una de la zăcămîntul marin de petrol de la Duvanny pînă la ţărm şi cealaltă de la platforma marină la coasta Celeken în Turcmenia.

● Dat fiind lipsa actuală de carburanţi, organizaţia germană a importurilor de petrol a cerut Bonnului să suspende legea relativă la conţinutul de plumb din carburanţi.

● Producţia de gaze naturale a R.P. Ungară a fost în anul 1972 de 4,1 miliarde $m^3$ (+10% faţă de anul 1971), iar cea de petrol a fost de 2 mil. t (+1% faţă de anul 1971).

● In Iran consumul de gaze naturale s-a triplat în ultimii 10 ani, ajungînd de la 4 400 000 $m^3$ în anul 1962, la 13 000 000 $m^3$ în anul 1973.

● La rafinăria din Donges, în Franţa se va construi o unitate de desulfurare care va fi dată în funcţiune în anul viitor.

● Grupul italian Moratti va construi o rafinărie cu o capacitate de 12 500 000 t/an, la Luana Point, în insula Jamaica. Lucrările vor fi terminate în anul 1975 şi vor costa 350 mil. dolari (inclusiv cheltuielile pentru construirea unui port).

● În anul 1973, în Bulgaria producţia de petrol a fost de 248 000 t (faţă de 229 000 t în anul 1971).

● În Bolivia s-au găsit zăcăminte naturale la Santa Cruz ale căror rezerve au fost evaluate la 250 000 $m^3$.

● La Mills Ranch, în comitatul Wheeler (Texas) o sondă a dat un debit de 850 000 $m^3$ gaze naturale.

● Producţia totală de petrol brut a Albaniei a fost în anul 1972 de 2 150 000 t, cu 16% mai mult faţă de anul 1971.

● Producţia de petrol a Şeicatului Sarjah va atinge la sfîrşitul anului viitor 10 mil. t/an. O primă sondă a dat 2 000 t/zi în largul coastelor Abu Mussa în zăcămîntul Mubarek, iar o a doua sondă a dat 8 000 t/zi petrol brut cu 0,6% sulf.

● Iugoslavia a achiziţionat 2,1 mil. t petrol din U.S.R.S. Transportul se efectuează pe Dunăre pentru rafinăriile de la Pancevo şi Slavonski Brod şi pe mare pînă la Rijeka.

● În Marea Britanie consumul de petrol s-a dublat în ultimii 10 ani. În anul trecut a atins 102 mil. t, faţă de 50,9 mil. t în anul 1962.

● În Iran se va construi o unitate de lubrifianţi în apropierea rafinăriei de la Teheran, la circa 20 km la sud de oraş. Unitatea va avea o capacitate de 100 000 t/an şi va costa 2 mil. de lire sterline. Lucrările vor fi terminate la începutul anului viitor.

● Irakul a acordat Siriei un împrumut de 6,5 mil. dinari irakieni (22 mil. dolari) pentru mărirea capacităţii de pompare a porţiunii de conductă Kirkuk-Banias care traversează Siria. Împrumutul va fi fără dobîndă şi va fi rambursat din redevenţele de trecere datorate de Irak Siriei. Această extensiune va mări redevenţele de trecere ale Siriei la 30 mil. dolari/an.

● Într-un al doilea mesaj către Congres, preşedintele Nixon a propus noi măsuri pentru rezolvarea problemei resurselor de energie. Ele cuprind un program federal cincinal în valoare de 10 miliarde dolari pentru cercetare şi exploatare a energiei, care urmează să fie pus în aplicare începînd cu anul viitor, un supliment de 100 mil. dolari pentru a mări programul de cercetare în curs la 872 mil. dolari, o campanie de conservare pentru reducerea consumului particular cu 5% în cursul următoarelor 12 luni (guvernul federal care este cel mai mare utilizator trebuind să-şi reducă consumul cu 7%) şi o cerere către

Congres pentru crearea unui departament al energiei și a resurselor naturale la scară guvernamentală.

● Șeful departamentului de cercetări al Societății Petrobras a declarat că societatea va investi în acest an 840 mil. cruzeiros (circa 139 mil. dolari U.S.) pentru activități de cercetare. Această sumă reprezentînd circa 30% din investițiile totale ale acestei societăți în acest an.

● În Canada, Shell a găsit petrol și gaze naturale la sonda Kugpik 0—13 în curs de forare în delta fluviului Mackenzie, la 88 km la nord—vest de Inuvik.

● Un raport prezentat de Fundația de cercetări pentru industria petrolieră estimează că rafinăriile de pe coasta de est a S.U.A. vor utiliza în anul viitor 100% petrol brut străin față de numai 45% în anul 1970.

● Rafinăria Gabriel Parsos, de la Vetim (Minas Gerais) a început să trateze petrol brut din platforma continentală braziliană. Producția zăcămîntului de Guaricema în largul Sergipe atinge în prezent în medie circa 16 500 t/zi și va fi mărită treptat pînă la 28 500 t/zi.

● Programul de construire de conducte în Canada, în valoare de 100 mil. dolari a fost aprobat oficial de către Biroul național al energiei. Programul cuprinde pozarea a 324 km de conductă de 48" diametru în Canada Occidentală și în statul Minnesota, 4 1 de unități de pompare și șapte rezervoare de depozitare. Construcția va fi terminată în acest an și va mări capacitatea rețelei cu 185 000 t/zi, astfel că aceasta va ajunge la 222 000 t/zi la ieșirea din Cromer Manitoba.

● În cadrul măsurilor contra poluării, în Franța se va reduce de la 2 la 1% procentul autorizat de sulf din păcurile folosite în orașul Paris. Procentul de 2% sulf va fi autorizat în zonele suburbane.

● Societatea Pritchard — Ward a încheiat un contract în valoare de 120 mil. dolari pentru construirea celei de a cincea și a șasea linii de lichefiere a uzinei de producere a gazelor naturale lichefiate de la Skikda, în Algeria. Fiecare linie va avea o capacitate de tratare a 6 mil. m³/zi pentru producerea a 4,9 mil. m³/zi gaze naturale lichefiate, 192 t/zi etan, 182 t/zi propan și 156 t/zi butan. A patra linie de lichefiere va fi dată în construcție în cursul anului viitor, a cincea și a șasea vor fi terminate peste trei sau patru ani.

● În Golful de Suez, s-a descoperit un mare zăcămînt marin de petrol, la 17 km la nord—est de zăcămîntul Morgan. Se crede că potențialul de producție ar fi de 14 000 t/zi petrol brut de 34 °API cu conținut redus (0,93%) de sulf, astfel că prin intrarea în producție a acestui zăcămînt s-ar putea dubla producția de petrol a Egiptului, actualmente în declin.

● Întreprinderea de stat pentru petrol și gaze naturale din Birmania, Myanma a invitat 20 de societăți petroliere internaționale, cele mai multe americane — pentru studierea prospectării marine în comun.

● Guvernul Republicii Bangladesh a invitat circa 40 de societăți petroliere străine să prezinte propuneri pentru prospectarea în Golful Bengal, în largul deltei fluviului Gange, unde un studiu seismic efectuat de specialiști sovietici a pus în evidență perspective favorabile.

● În Marea Britanie capacitatea rafinăriei de la Benbroke din Galia de Sud a fost mărită de la 20 000 la 30 000 t/zi. Se prevede, de asemenea, mărirea capacității rafinăriei de la Humberside de la 13 000 la 20 000 t/zi.

● În acest an va începe în Olanda construcția unei conducte de transport al gazelor naturale din zăcămîntul marin de la Emshaven în apropierea frontierei cu Republica Federală Germania. Lucrările, care vor costa 61,6 mil. dolari, vor fi terminate la sfîrșitul anului viitor.

● Producția de petrol din Siberia Occidentală prevăzută pentru acest an, de 86,5 mil. t, va crește în viitorii doi ani la 120—125 mil. t, și apoi peste șapte ani la 270—300 mil. t.

● Societatea Occidentului din Libia a acceptat livrarea a 400 000 t/zi de gaze de sondă lichefiate timp de cinci ani societății Tropigaz International din Florida.

● Noua descoperire de petrol de la Trebidada din Nigeria, situată la 46 km la nord — vest de noul port de la Brass a debitat la încercări 2,5 t/zi petrol cu conținut scăzut de sulf, de 39°, din trei orizonturi cu o grosime de 80 m.

● Siria a acordat un împrumut de 22 mil. lire siriene Irakului pentru mărirea capacității de pompare a secțiunii siriene a vechii conducte de petrol dintre Kirkuk și Banias. Se proiectează mărirea capacității totale și a conductei pînă la Mediterana de la 55 la 70 mil. t/an.

● Două societăți din Japonia vor construi o rafinărie cu o capacitate de 3 000 t/zi care va costa 7 000 mil. yeni lîngă rafinăria de la Syriam în Birmania care are o capacitate de 2 800 t/zi.

● Exportul de gaze naturale din zăcămîntul de la Kapuni, în Noua Zeelandă, a fost în anul trecut de 170 800 000 m³, cu 74,6% mai mult decît în anul 1971.

● ESSO—BNP au declarat că zăcămîntul de petrol de la Makerel din strîmtoarea lui Bass este comercializabil și are rezerve cunoscute de 30 mil.t și au cerut o licență de producție pentru zăcămîntul de la Tuna care a fost declarat comercializabil în anul 1971 cu rezerve estimate de 12 mil. t. Este probabil ca cele două zăcăminte să fie puse în valoare împreună deoarece Tuna este situat între Mackerel și coastele Grippslandului. Se studiază, de asemenea, eventualitatea construirii unei noi conducte pînă la aceasta sau efectuarea unei racordări cu conductele existente care deservesc zăcămintele din strîmtoarea lui Bass.

● La începutul anului viitor va începe construirea unei rafinării cu o capacitate de 40 000 t/zi, în insulele Antile, situată la 80 km la vest de Kinston pe coasta de sud a insulei Jamaica. Construcția acestei rafinării a cărei capacitate va atinge ulterior 180 000 t/zi va costa 350 mil. dolari.

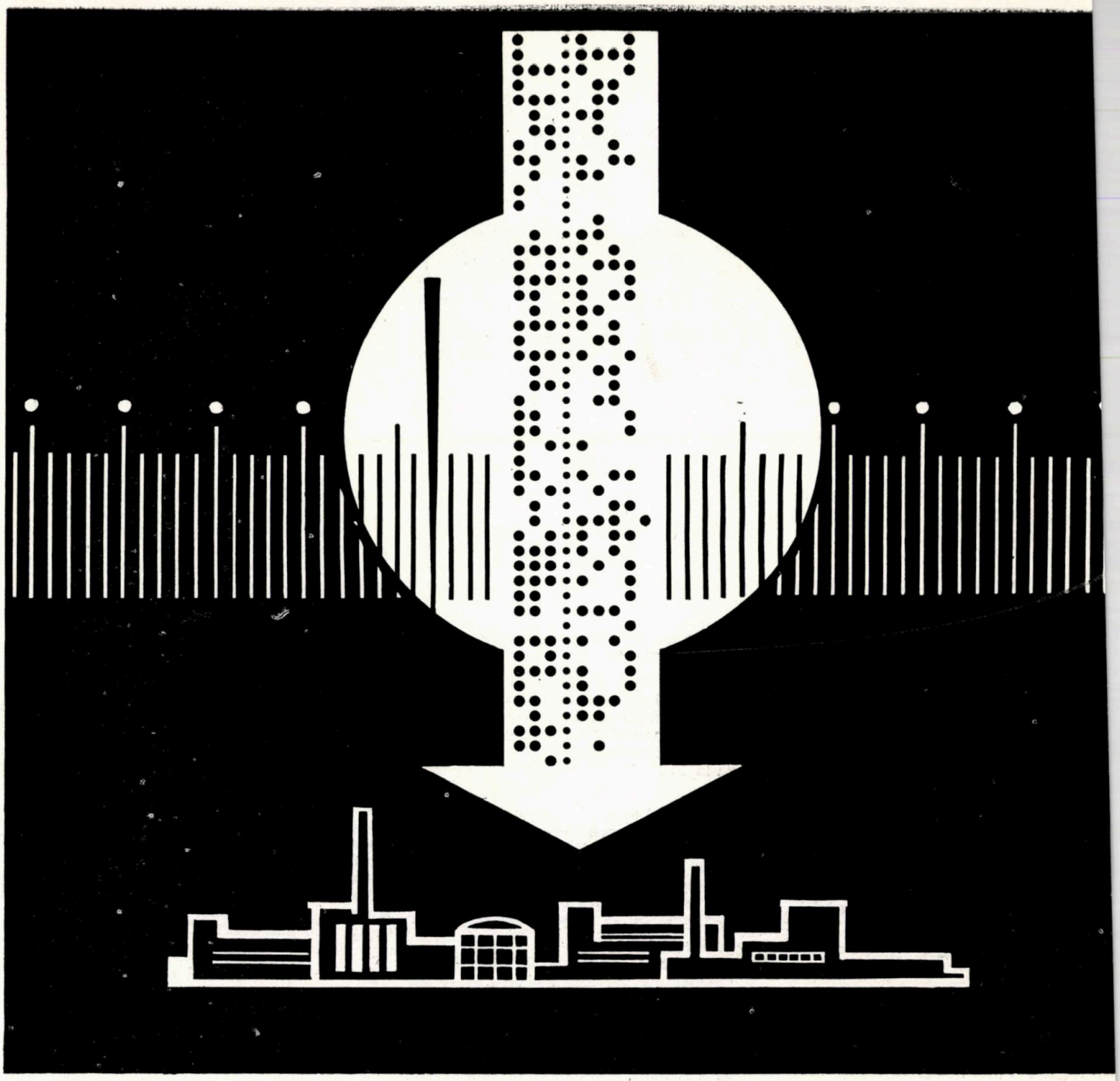
● Societatea Occidental a anunțat „prima descoperire importantă de petrol la sud de lacul Maracaibo. Sonda de încercare a debitat 600 t/zi petrol brut de 28° printr-o duză de suprafață de 1,5" de la o adîncime de circa 4 000 m.

● Agenția de protecție a mediului înconjurător din S.U.A. a propus o nouă reglementare denumită nivelul poluării aerului în care se prevăd reduceri foarte mari ale emisiunilor în aer ale rafinăriilor de petrol—noi sau modificate —precum și ale altor instalații industriale cuprinzînd turnătoriile secundare de plumb și întreprinderile siderurgice. Pentru rafinăriile de petrol se prevăd reduceri de 93% ale emisiunilor speciale necontrolate.

Revista PETROL și GAZE. Redacția: București, Calea Plevnei, 139, telefon 49.22.60 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. telefon 49.22.60, Calea Plevnei 139 cont 640 302-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I.P.I. c. 3338

14 330



## APARATELE DE MĂSURAT PENTRU ANALIZE

produse de VEB Kombinat Mess — und Reglungstechnik și-au asigurat un domeniu precis de aplicare în numeroase țări. Programul de fabricație cuprinde, printre altele, aparate de măsurat concentrația de CO în gazele de eșapament auto, aparate de măsurat automate și continue a concentrațiilor de componente gazoase, aparate de măsurare a densității gazelor etc.

Întreprinderea noastră de comerț exterior vă oferă un program amplu de produse de înaltă calitate pentru tehnica măsurării, a comenzilor și a reglării: dispozitive de măsurat volumul și debitul, dispozitive de măsurare a nivelelor, aparate electrice de măsurare, regulatori electrici, dispozitive de măsurare manometrice, regulatori fără energie auxiliară, instalații de măsurare, dirijare și reglare pneumatică, precum și contoare și traductoare de impulsuri.

Tehnica măsurărilor, a comenzilor și a reglării reprezintă numai o parte din întregul sortiment de instalații și dispozitive electrotehnice și electronice din R. D. Germană. De peste 20 de ani, reprezentăm cu succes această industrie puternică în comerțul internațional.

PUBLICOM

Informații se pot obține prin:
Ambasada R.D.G. din R.S. Româ
TKB Elektrotechnik
Calea Dorobanților nr. 14
București

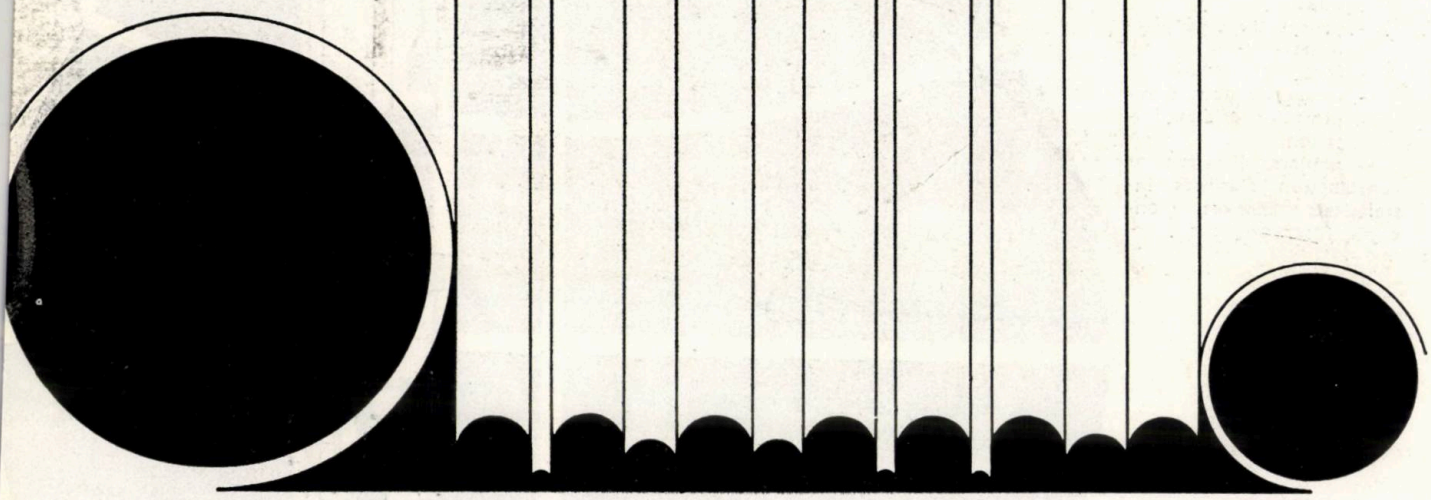
Elektrotechnik

**EXPORT-IMPOR**

VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB
DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUB
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLA
HAUS DER ELEK ROINDUSTR

i şi conducte sudate şi fără cusătură pentru toate scopurile industriale şi civile

# Dalmine



sînt exportate prin siderexport

finsider group

PUBLICOM

# Pour tous travaux miniers et géologiques s'adresser à

# geomin

GEOMIN

ENTREPRISE D'ÉTAT DE COMMERCE EXTÉRIEUR
PIAȚA SCÎNTEII 1 ● BUCAREST — ROUMANIE ● TÉLÉPHONE: 17.60.10 ● TELEX: 01 12 63.

GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerals par la livraison d'installations complètes, avec la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.

Des instituts spécialisés et un personnel hautement qualifié assurent l'exécution de:

— prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et dans des installations pilote;

— études de faisabilité pour différents types de gisements;

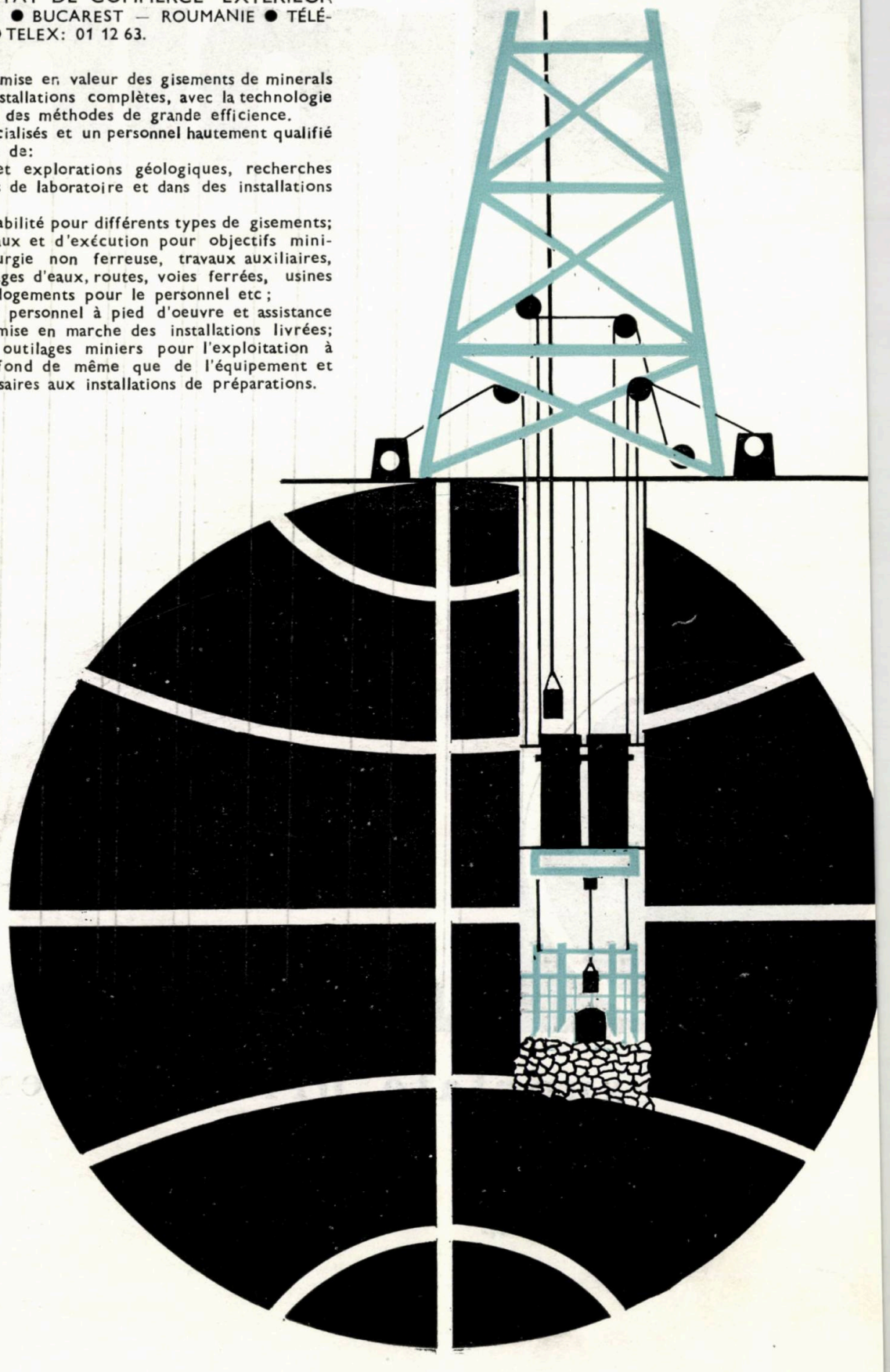
— projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers et de métallurgie non ferreuse, travaux auxiliaires, aménagements, captages d'eaux, routes, voies ferrées, usines électriques dépôts, logements pour le personnel etc;

— instruction du personnel à pied d'oeuvre et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;

— livraison des outilages miniers pour l'exploitation à ciel ouvert ou au fond de même que de l'équipement et des maschines nécessaires aux installations de préparations.

GEOMIN offre aussi pou extraction de pétrole:

— études de synthèse pour évaluer les gisements de pétrole et de gaz
— programmes d'exploration
— prospections géologiques
— prospections géophysiques
— forage structural
— forage de puits d'exploration et d'exploitation
— projets, livraison et construction d'utilités installations annexes (conduits, réservoirs etc.).



# COMBINATUL CHIMIC CRAIOVA

## produce:

OXIGEN TEHNIC

tip 99 min. 99% vol. oxigen
tip 98 min. 98% vol. oxigen
tip 97 min. 97% vol. oxigen

AZOT COMPRIMAT:

calitatea I — min. 99,8% vol. azot
calitatea II — min. 97,5% vol. azot

AZOTAT DE AMONIU:

Îngrăşământ agricol granulat, conţinut
în azot: min. 34,5%
umiditate max. 1%

AMONIAC TEHNIC:

calitatea I — min. 99,8% amoniac
calitatea II — min. 99,6% amoniac

UREE GRANULATĂ ÎNGRĂŞĂMÎNT:

tip I — min. 46,2% azot

UREE FURAJERĂ:

tip II — min. 46% azot

UREE TEHNICĂ:

tip III — min. 46,2% azot

NITROCALCAR 28% azot

CATALIZATOR pentru sinteza amoniacului pe bază de fier cu adaosuri de promotori: $Al_2O_3$, $K_2O$, CaO şi $SiO_2$

CATALIZATOR pentru conversia oxidului de carbon pe bază de fier promotat cu oxid de crom

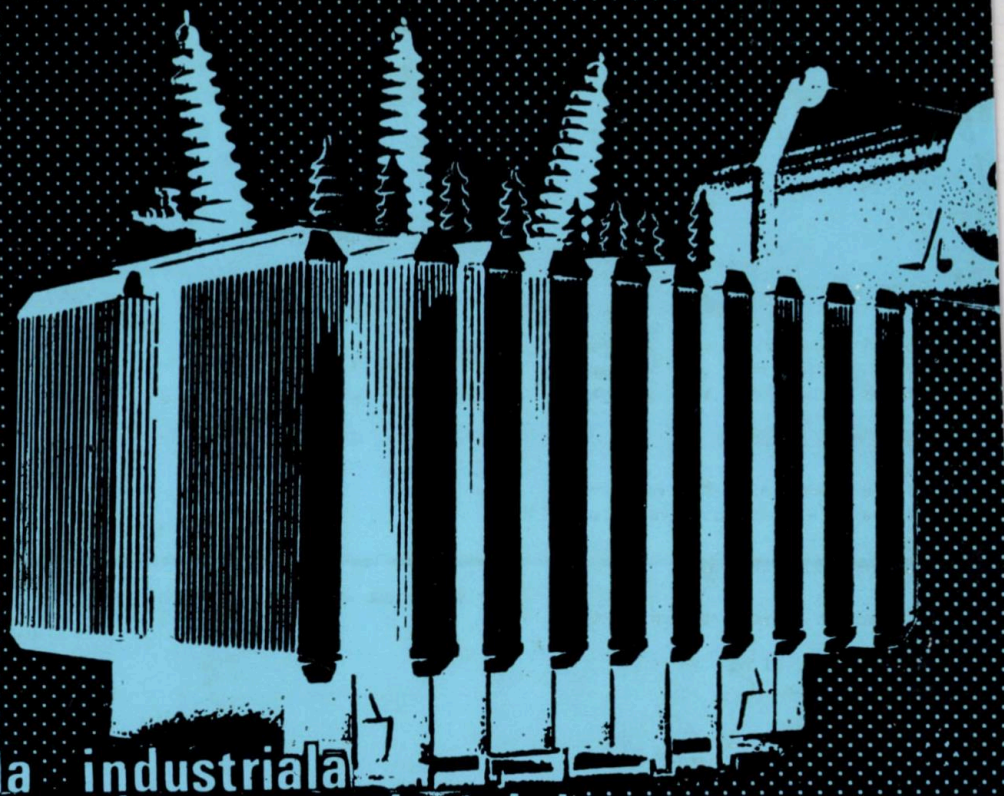
CATALIZATOR pentru conversia metanului pe bază de nichel pe suport de alumină

CATALIZATOR DE ZINC pe cărbune activ pentru sinteza acetatului de vinil

BUTANOL min 95%
ACID ACETIC 98,5%
POLIACETAT DE VINIL
ACID NICOTINIC ZOOTEHNIC ŞI FARMACEUTIC

CENTRALA INDUSTRIALĂ DE ÎNGRĂŞĂMINTE CHIMICE

Comuna Işalniţa, Municipiul Craiova



Centrala industriala
pentru prelucrarea țițeiului

# RAFINĂRIA PLOIEȘT

**RAFINĂRIA PLOIEȘTI**

Bd. Petrolului nr. 59
Telefon 10220

*PRODUCE ȘI LIVREAZĂ PENTRU EXPORT.*

**DUPĂ NORMELE INTERNAȚIONALE**

| | |
|---|---|
| VDE | 0370/10.66 |
| B.S. | 148/1959 |
| I.S. | 355/1963 |
| GOST | 982/1956 |

1974 JAN 09

ULEIURI ELECTROIZOLANTE
LIVRAREA LA CERERE ÎN CISTERNE CF
SAU AMBALATE ÎN BUTOAIE A 200 LITRI

21445

# PETROL ŞI GAZE

DECEMBRIE 1973
Vol. 24, p. 721—784
BUCUREŞTI
ROMÂNIA

12

# Pour tous travaux miniers et géologiques s'adresser à

# geomin

ENTREPRISE D'ÉTAT DE COMMERCE EXTÉRIEUR
PIAȚA SCÎNTEII 1 ● BUCAREST — ROUMANIE ● TÉLÉPHONE: 17.60.10 ● TELEX: 01 12 63.

GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerals par la livraison d'installations complètes, avec la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.

Des instituts spécialisés et un personnel hautement qualifié assurent l'exécution de:

— prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et dans des installations pilote;

— études de faisabilité pour différents types de gisements;

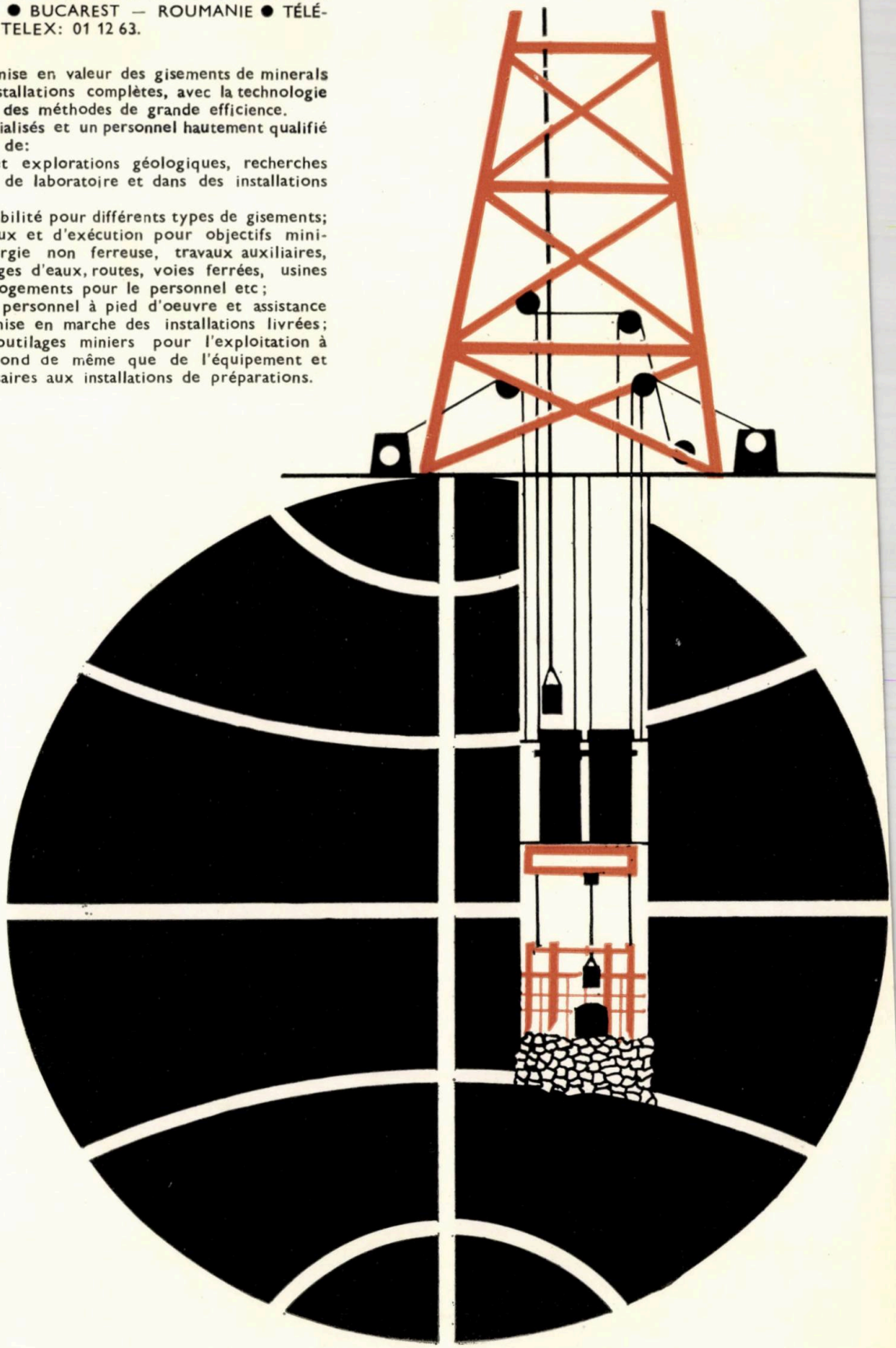
— projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers et de métallurgie non ferreuse, travaux auxiliaires, aménagements, captages d'eaux, routes, voies ferrées, usines électriques dépôts, logements pour le personnel etc;

— instruction du personnel à pied d'oeuvre et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;

— livraison des outilages miniers pour l'exploitation à ciel ouvert ou au fond de même que de l'équipement et des maschines nécessaires aux installations de préparations.

GEOMIN offre aussi pour extraction de pétrole:

— études de synthèse pour évaluer les gisements de pétrole et de gaz
— programmes d'exploration
— prospections géologiques
— prospections géophysiques
— forage structural
— forage de puits d'exploration et d'exploitation
— projets, livraison et construction d'utilités la instalations annexes (conduits, réservoirs etc.).



MAGYAR MŰSZAKI KÖNYVIPARI DOKUMENTÁCIÓS KÖNYVTÁR

# PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIV, Nr. 12
decembrie 1973

## CUPRINS

N. Balteş : **Consideraţii asupra relaţiilor dintre gradul de metamorfism al materialului palinologic din apele primare de zăcămînt şi potenţialul petroligen al stratului purtător** 727—730

I. D. Dragoev : **Despre mişcarea punctului material într-un mediu rezistent anizotrop, cu aplicaţie la forajul sondelor** 731—733

Gr. Tatu : **Aplicarea analizei dimensionale în stabilirea legii modelului pentru procesul dislocării mecanice a rocilor la talpa sondelor în foraj** 734—741

C. Buzata : **Metode de combatere a pierderilor de circulaţie la forajul sondelor** 742—743

I. Creţu : **Evacuarea detritusului din sondă** 744—750

G. Lazăr şi I. Scheianu : **Eliminarea benzenului din amestecul de solvenţi folosiţi la deparafinarea şi dezuleierea materiilor prime parafinoase** 751—753

I. Atanasiu şi I. Ana: **Influenţa temperaturii asupra coroziunii metalelor şi aliajelor** 754—763

M. V. Popa: **Metode de combatere a coroziunii fisurante sub tensiune** 464—469

**Cronică** 770

**Documentare** 772—778

**Realizări din întreprinderi** 771

**Informaţii tehnico-economice** 779—780

**Notă tehnică** 780—781

**Recenzii** 780—781

**Index** 782—784

# IMPEXMIN

ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

Bucureşti - ROMÂNIA
Str. C. A. Rosetti nr. 13
tel. 12 62 18
12 62 71 telex 588

Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

**OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.**

# CONTENTS


N. BALTEŞ

**Considerations on the Relations between the Degree of Metamorphism of the Palinologic Material from the Primary Deposit Waters and the Petroligenous Potential of the Bearing Layer** 727

I. D. DRAGOEV

**Concerning the Movement of the Material Point in an Anisotropic Resistant Medium with Application to Well Drilling** 731

GR. TATU

**The Application of Dimensional Analysis in Establishing the Model Law for the Process of the Mechanical Dislocation of Rocks at Well Bottom in Drilling** 734

C. BUZATA

**Methods of Controlling the Circulation Losses in Well Drilling** 742

I. CREŢU

**Evacuating the Detritus from the Well** 744

G. LAZĂR, I. SCHEIANU

**Eliminating the Benzene from the Ternary Solvent Mixture Used for Dewaxing and Deoiling the Paraffinous Raw Materials** 751

I. ATANASIU I. ANA

**The Influence of Temperature on the Corrosion of Metals and Alloys** 754

M. V. POPA

**Methods for Controlling the Fissuring Corrosion under Tension** 764


N. Baltes : **Considerations on the Relations between the Degree of Metamorphism of the Palinologic Material from the Primary Deposit Waters and the Petroligenous Potential of the Bearing Layer**


The geochemical and petrographic research carried out revealed close and constant relations between the degree of thermocatalytical metamorphism of the organic substance in a whatever layer and the petroligenous potential of this layer. The problem being tackled by the optical detailed examination of the organic vegetal substance (palinofacies) in the deposit waters assuming the synchronous formation of these and of the hydrocarbons of different types, one presents for the first time in this country a method of establishing the degree of metamorphism of the organic substance and implicitely of estimating the hydrogenating possibilities of the bearing layer.

The method is based on the microscopic, determination of the morphological structure modifications, optical transmissibility, refraction, colour, etc of the palinological material extracted from different types of deposit waters. The data obtained allowed to define six stages of organic metamorphism with the afferent hydrocarbon types.

Although the method is still under verification, it is considered to be a simple, little expensive and effective working instrument which can contribute to the rapid identification, the definition and the study of hydrocarbon generating rocks.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 727.
D.C. 550.84


I. D. Dragocv : **Concerning the Movement of the Material Point in an Anisotropic Resistant Medium with Application to Well Drilling**


The paper studies the movement of a material point in an anisotropic resistant medium. For describing the anisotropic properties of the medium, a tensorial characteristic is introduced, namely the medium penetrability tensor. The equation and the law of the movement of the material point are deduced. The application of the general theory to the study of well drilling process is pointed out. The existence of a movement speed of the point through the anisotropic medium when force acting on it is constant in time is also pointed out.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 731
D.C. 622.24.539.22


Gr. Tatu : **The Application of Dimensional Analysis in Establishing the Model Law for the Process of the Mechanical Dislocation of Rocks at Well Bottom in Drilling**


The paper presents an application of the dimensional analysis to the analytical study of a process in order to set up a working method for investigating and designing the well drilling. After describing the process and establishing the model law, the author presents the process simulation requirements, the experimental check and some conclusions.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 734
D.C. 622.24.001.57


I. Creţu : **Evacuating the Detritus from the Well**


It is shown that establishing the detritus lifting capacity under the conditions specific to each well is necessary and possible and is determined by the sliding speed of the rock particle and by the speed of the fluid in the annular space. In this connection, the way of calculating the sliding speed in the ascending, laminary and turbulent current of a newtonian liquid, of a viscoplastic liquid and of a gas is pointed out.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 744
D.C. 622.24


G. Lazăr, I. Scheianu : **Eliminating the Benzene from the Ternary Solvent Mixture Used for Dewaxing and Deoiling the Paraffinous Raw Materials**


The paper presents the results obtained in the laboratory by the authors by using a binary solvent mixture (instead of the ternary one) in dewaxing the oil and deoiling the paraffin.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 751
D.C. 665.637.73


I. Atanasiu, I. Ana : **The Influence of Temperature on the Corrosion of Metals and Alloys**


The main aspects connected with the corrosion behaviour of metals and alloys under high temperature conditions are exposed. After pointing out the importance and necessity of studying the corrosion of metals and alloys at high temperatures and pressures, the authors make some thermodynamic considerations concerning the influence of temperature on corrosion speed, followed by a study of the way in which temperature influences the chemical, electrochemical, intercrystalline corrosion, that caused by bacteria as well as the passivity of metals and alloys.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 754
D.C. 620.193.01

# СОДЕРЖАНИЕ


Н. БАЛТЕШ

**Соображения по отношениям между степенью метаморфизма палинологического материала из первичной воды нефтяных месторождений и петрологенным потенциалом несущего слоя** 727

И. Д. ДРАГОЕВ

**Движение материальной точки в анизатропной сопротивляющейся среде с применением к бурению скважин** 731

ГР. ТАТУ

**Применение размерного анализа в установление закона модели для процесса механической дислокации пород у забоя буровых скважин** 734

К. БУЗАТА

**Методы борьбы с циркуляционными потерями при бурении скважин** 742

И. КРЕЦУ

**Удаление детрита из скважин** 744

Г. ЛАЗЭР, И. СКЕЯНУ

**Удаление бензола из третичной смеси растворителя применяемого для депарафинирования и обесмасливания парафинистого сырья** 751

И. АТАНАСИУ, И. АНА

**Влияние температуры на коррозию металлов и сплавов.** 754

М. В. ПОПА:

**Методы борьбы с разъедающей коррозией под напряжением.** 764


Н. Балтеш: **Соображения по отношениям между степенью метаморфизма палинологического материала из первичной воды нефтяных месторождений и петрологенным потенциалом несущего слоя.**

Геохимические и петрографические исследования выявили тесные и постоянные отношения между термо-каталитической степенью метаморфизма органического вещества какого либо слоя и петрологенным потенциалом соответствующего слоя. Изучая вопрос путем детального рассмотрения вегетативного органического вещества (палинофациес) из вод нефтяных месторождений в концепции их синкронного образования и углеводородов различного типа, приводится впервые в Социалистической Республике Румыния, метод определения степени метаморфизма органического вещества, а также оценка гидрогенераторных возможностей несущего слоя.

Метод основывается на микроскопическом определении изменений морфологической структуры, оптической передаваемости, реффракции, цвета, блеска итд., палинологического материала взятого из различного типа воды нефтяных месторождений. Совмещение данных позволило определить шесть стадий (этапов) )органического метаморфизма с типами соответствующих углеводородов.

Несмотря на то что метод находится еще в проверочной стадии, считают что он представляет собой простое средство исследования, не очень дорогое и эффективное которое может способствовать быстрому распознаванию, определению и изучению пород образующих углеводороды.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 727
Д.К. 550.84


И. Д. Драгоев: **Движение материальной точки в анизатропной сопротивляющейся среде с применением к бурению скважин.**

В статье изучается движение материальной точки в анизатропной сопротиляющейся среде. Для описания анизатропных свойств среды вводится её тензориальная характеристика, — тензор пробивания среды. Выводятся уравнение и закон движения материальной точки. Указывается применение общей теории при изучении бурового процесса скважин. Указывается и наличие скорости движения точки в анизотропной среде, когда действующая на нее сила является постоянной во времени.


Petrol şi Gaze, **24**, nr 12, 1973, p. 731
Д.К. 622.24: 539.22


Гр. Тату: **Применение размерного анализа в установление закона модели для процесса механической дислокации пород у забоя буровых скважин.**

Работа представляет применение размерного анализа в аналитическом изучении процесса по разработке рабочего метода при исследовании и проектировании бурения скважин. В этом смысле приводится описание процесса, составление закона модели, потребность симуляции процесса, опытная проверка и выводы.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 734
Д.К. 622.24.001.57


И. Крецу: **Удаление детрита из скважин.**

Указывается что установление грузоподъемности детрита в специфических условиях каждой скважины необходимо и возможно, оно определяется скоростью скольжения частички породы и скоростью флюида в кольцевом пространстве. В этом смысле, указывается способ расчета скорости скольжения в восходящем, ламинарном или турбулентном потоке ньютонианской жидкости, вязкопластической жидкости или газа.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 744
Д.К. 622.24


Г. Лазэр, И. Скеяну: **Удаление бензола из третичной смеси растворителя применяемого для депарафинирования и обесмасливания парафинистого сырья.**

В работе приводятся результаты полученные авторами в лаборатории, применяя бинарную смесь растворителей (вместо третичной) при депарафинировании масла и обесмасливании парафина.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 751
Д.К. 665.637.73


И. Атанасиу, И. Ана: **Влияние температуры на коррозию металлов и сплавов.**

Излагаются основные аспекты в связи с поведением при коррозии металлов и сплавов в условиях высокой температуры. После указания на необходимость и значение исследования коррозии металлов и сплавов при высоких температурах и давлениях, приводятся термодинамические соображения относительно влияния температуры на скорость коррозии, и изучение способа при котором температура влияет на химическую, электрохимическую, межкристаллическую коррозию вызываемую бактериями, а также и пассивации металлов и сплавов.


Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 754
Д.К. 620.193.01

# INHALT


N. BALTEŞ

**Erwägungen in bezug auf die Beziehungen zwischen dem Metamorphismusgrad des palinologischen Materials im primären Schichtwasser und dem ölführenden Potential der Trägerschicht** 727

I. D. DRAGOEV

**Über die Bewegung des materiellen Punkts in einem nichtisotropen widerstandsfähigen Medium mit Anwendung in der Sondenbohrung** 731

GR. TATU

**Anwendung der Massanalyse bei der Aufstellung des Gesetzes für das Modell des Prozesses mechanischer Gesteinversetzungen an der Bohrlochsohle während des Bohrens** 734

C. BUZATA

**Methoden zur Bekämpfung der Umlaufverluste beim Sondenbohren** 742

I. CRETU

**Entfernung des Bohrgurs aus der Sonde** 744

G. LAZĂR, I. SCHEIANU

**Ausscheidung des Benzols aus dem ternären Lösungsmittelgemisch für die Entparaffinierung und Entölung paraffinhaltiger Rohstoffe** 751

I. ATANASIU, I. ANA

**Einfluss der Temperatur auf die Korrosionsgeschwindigkeit** 754

M. V. POPA

**Bekämpfungsverfahren der Rissbildung der Korrosion unter Druck** 764


N. Baltes : **Erwägungen in bezug auf die Beziehungen zwischen dem Metamorphismusgrad des palinologischen Materials im primären Schichtwasser und dem ölführenden Potential der Trägerschicht**


Geochemische und petrographische Forschungen ergaben enge und konstante Beziehungen zwischen dem Grad des thermo-katalytischen Metamorphismus des organischen Stoffes in einer beliebigen Schicht und lassen auf das ölführende Potential der betreffenen Schicht schliessen. Das Problem wird durch eine eingehende optische Untersuchung der pflanzlichen, organischen Stoffe (Palinofacies) im Schichtwasser behandelt. Dabei wird von der Annahme, einer gleichzeitigen Bildung dieser Stoffe wie auch der Kohlenwasserstoffe verschiedenen Typs ausgegangen. Erstmalig in Rumänien wird eine Methode zur Bestimmung des Metamorphismusgrads des organischen Stoffes und zur Bewertung der Hydrierungsmöglichkeit der Trägerschicht dargelegt. Die Methode beruht auf der mikroskopischen Ermittlung der Veränderungen in der morphologischen Struktur, optische Übertragbarkeit, Farbenrefraktion, Glanz usw. des palinologischen Materials das verschiedenen Schichtwasserarten entnommen wurde. Die Kummulation der Daten ermöglichte die abgrenzung von sechs Etappe des organischen Metamorphismus mit den dazugehörigen Kohlenwasserstoffen. Obwohl die Methode sich noch im Versuchsstadium befindet, bietet sie ein einfaches, billiges und wirksames Forschungsmittel zur raschen Darstellung und Untersuchung erdölführender Gesteine.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 727
D.K. 550.84


I. D. Dragoev : **Über die Bewegung des materiallen Punkts in einem nichtisotropen, widerstandsfähigen Medium mit Anwendung in der Sondenbohrung**


Der Verfasser untersucht die Bewegung eines materiellen Punktes in einem nichtisotropen, widerstandsfähigen Medium. Zwecks Darstellung der nichtisotropen Eigenschaften des Mediums wird eine Tensioralkennziffer, der Eindringungstensor des Mediums, eingeführt. Die Gleichung und der Lehrsatz für die Bewegung des materiellen Punktes werden abgeleitet und die Anwendung der allgemeinen Theorie beim Studium des Sondenbohrprozesses beschrieben. Ferner wird darauf hingewiesen, dass der Punkt sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit durch das nichtisotrope Medium bewegt, wenn die einwirkende Kraft zeitlich konstant ist.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 731
D.K. 622.24 : 539.22


Gr. Tatu : **Anwendung der Massanalyse bei der Aufstellung des Gesetzes für das Modell des Prozesses mechanischer Gesteinversetzungen an der Bohrlochsohle während des Bohrens**


Es wird die Anwendungsweise der Massanalyse bei der analytischen Untersuchung eines Prozesses im Hinblick auf die Entwicklung einer Arbeitsmethode für Forschung und Entwurf im Niederbringen der Sonden dargelegt. In diesem Sinne wird der Prozess beschrieben, das Gesetz des Modells aufgestellt, auf die erforderliche Anregung des Prozesses und die experimentelle Überprüfung hingeweisen sowie entsprechende Schlussfolgerungen gezogen.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 734
D.K. 622.24.001.57


I. Creţu : **Entfernung des Bohrgurs aus der Sonde**


Die Bestimmung der Steigfähigkeit des Bohrgurs, unter den spezifischen Bedingungen jeder einzelnen Sonde ist notwendig und möglich. Als bestimmender Faktor gelten Gleitgeschwindigkeit der Gesteinteilchen und Geschwindigkeit der Bohrflüssigkeit im Ringraum. Zu diesem Zweck wird die Berechnungsweise der Gleitgeschwindigkeit einer newtonischen Flüssigkeit, einer zähplastischen Flüssigkeit und eines Gases in aufstrebender, laminarer oder Wirbelströmung dargelegt.



Petrol şi Gaze, **34**, nr. 12, 1973, p. 744
D.K. 622.24


G. Lazăr, I. Scheianu : **Ausscheidung des Benzols aus dem ternären Lösungsmittelgemisch für die Entparaffinierung und Entölung paraffinhaltiger Rohstoffe**


Die Verfasser verwendeten zur Entparaffinierung des Öls und Entölung des Paraffins ein binäres Gemisch von Lösungsmitteln (anstelle eines ternären). Die in dieser Hinsicht im Laboratorium erzielten Ergebnisse werden beschrieben.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 751
D.K. 665.637.73


I. Atanasiu, I. Ana : **Einfluss der Temperatur auf die Korrosionsgeschwindigkeit**


Es werden die Hauptaspekte in bezug auf das Korrosionsverhalten von Metallen und Legierung unter hohen Tmperaturen dargelegt. Nachdem auf die Notwendigkeit und Wichtigkeit der Untersuchung der Metal-und Legierungskorrosion bei hohen Temperaturen und Drücken hingewiesen wird, gelangen thermodynamische Erwägungen in bezug auf den Einfluss der Temperatur auf die Korrosionsgeschwindingkeit zur Erörterung. Abschliessend wird der Temperatureinfluss auf die chemische, elektrochemische, transkristalline und die durch Bakterien hervorgerufene Korrosion sowie die Passivität der Matelle und Legierungen untersucht.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12 1973, p. 754
D.K. 620.193.01

# SOMMAIRE


N. BALTEŞ

**Considérations sur les relations entre le degré de métamorphisme du matériel palinologique des eaux primaires de gisement et le potentiel pétroligène de la couche portante** 727

I. D. DRAGOEV

**Sur le mouvement du point matériel dans un milieu résistant anisotrope avec application au forage des sondes** 731

GR. TATU

**L'application de l'analyse dimensionnelle dans l'établissement de la loi du modèle pour le processus de la dislocation mécanique des roches au fond des sondes en forage** 734

C. BUZATA

**Méthodes de combattre les pertes de circulation dans le forage des sondes** 742

I. CREŢU

**L'évacuation du détritus de la sonde** 744

G. LAZĂR, I. SCHEIANU

**L'élimination du benzène du mélange ternaire de solvant utilisé au déparaffinage et au déshuilage des matières premières paraffineusses** 751

I. ATANASIU, I. ANA

**L'influence de la température sur la corrosion des métaux et des alliages** 754

M. V. POPA

**Méthodes pour combattre la corrosion fissurée sous tension** 764


N. Baltes : **Considérations sur les relations entre le degré de métamorphisme du matériel palinologique des eaux primaires de gisement et le potentiel pétroligène de la couche portante**


Les recherches géochimiques et pétrographiques ont révélé des relations étroites et constantes entre le degré de métamorphisme thermo-catalytique de la substance organique d'une couche quelconque et le potentiel pétroligène de la couche respective. En abordant le probème par l'examen optique de détail de la substance organique végétale, (palinofacies) des eaux de gisement, dans la conception de la formation synchrone de celles-ci et des hydrocarbures de différents types, on présente pour la prèmiere fois en Roumanie une méthode pour établir le degré de métamorphisme de la substance organique et implicitement pour estimer les possibilités hydrogénératrices de la couche portante.

La méthode est basée sur la détermination microscopique des modifications de structure morphologique, transmissibilité optique, réfraction, couleur, éclat etc. du matériel palinologique extrait de différents types d'eaux de gisement. Les données obtenues ont permis de définir six stades (étapes) de métamorphisme organique et les types d'hydrocarbures afférents.

Bien que la méthode se trouve encore dans la phase de vérification, on estime qu'elle peut représenter un instrument de recherche simple, peu coûteux et efficace pouvant contribuer à l'identification rapide, à la définition et à l'étude des roches génératrices d'hydrocarbures.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 727
C.D. 580.84


I. D. Dragoev : **Sur le mouvement du point matériel dans un milieu résistant anisotrope avec application au forage des sondes**


On étudie le mouvement d'un point matériel dans un milieu résistant anisotrope. Pour la description des propriétés anisotropes du milieu, on introduit une caractéristique tensorielle de celui-ci : le tenseur de pénétrabilité du milieu. On déduit l'équation et la loi du mouvement du point matériel. On présente l'application de la théorie générale à l'étude du processus de forage des sondes. On indique aussi l'existence d'une vitesse de mouvement du point à travers le milieu anisotrope, lorsque la force qui agit sur lui est constante dans le temps.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 731
C.D. 622.24: 539.22


Gr. Tatu : **L'application de l'analyse dimensionnelle dans l'établissement de la loi du modèle pour le processus de la dislocation mécanique des roches au fond des sondes en forage**


L'article présente une application de l'analyse dimensionnelle à l'étude analytique d'un processus en vue d'élaborer une méthode de travail dans la recherche et l'établissement des projets pour le forage des sondes. On fait en ce sens la description du processus, l'établissement de la loi du modèle, on indique les exigences de la simulation du processus et la vérification expérimentale et on formule certaines conclusions.



Petrol şi Gaze, **24**, rr. 12, 1973, p. 734
C.D. 622.24.001.57


I. Creţu : **L'évacuation du détritus de la sonde**


On indique que l'établissement de la capacité d'élévation du détritus dans les conditions spécifiques de chaque sonde est nécessaire et possible et que cette capacité est déterminée par la vitesse de glissement de la particule de roche et par la vitesse du fluide dans l'espace annulaire. En ce sens, on indique le mode de calcul de la vitesse de glissement dans le courant ascendant, laminaire ou turbulent d'un liquide newtonien, d'un liquide viscoplastique et d'un gaz.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 744
C.D. 622.24


G. Lazăr, I. Scheianu: **L'élimination du benzène du mélange ternaire de solvant utilisé au déparaffinage et au déshuilage des matières premières paraffineuses**


On présente les résultats obtenus au laboratoite par les auteurs en utilisant un mélange binaire de solvants (au lieu de celui ternaire) pour le déparaffinage de l'huile et le déshuilage de la paraffine.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 751
C.D. 665.673.73


I. Atanasiu, I. Ana : **L'influence de la température sur la corrosion des métaux et des alliages**


On expose les principaux aspects concernant le comportement à la corrosion des métaux et des alliages, dans les conditions des températures élevées.

Après avoir relevé la nécessité et l'importance de l'étude de la corrosion des métaux et des alliages à des températures et à des pressions élevées, on présente des considérations thermodynamiques concernant l'influence de la température sur la vitesse de corrosion. On discute ensuite la manière dont la température influence la corrosion chimique, électrochimique, intercristalline, provoquée par les bactéries, ainsi que la passivité des métaux et des alliages.



Petrol şi Gaze, **24**, nr. 12, 1973, p. 754
C.D. 620.139.01

# Considerații asupra relațiilor dintre gradul de metamorfism al materialului palinologic din apele primare de zăcămînt și potențialul petroligen al stratului purtător

N. Balteș

Cercetările palinologice desfășurate în ultimul timp în industria petrolieră din România au lărgit considerabil domeniul de aplicabilitate a rezultatelor obținute. Un interesant cîmp de investigare îl constituie identificarea și precizarea relațiilor calitative dintre materia organică de natură vegetală și posibilitățile petrogenetice ale stratului purtător. Aceste relații se precizează, de regulă, prin stabilirea naturii materiei organice fosile, dar, mai ales, a gradului de metamorfism al acesteia căruia îi crespund diverse etape de formare a hidrocarburilor.

Studiul complex al substanței organice din diferite roci sursă de hidrocarburi a demonstrat existența unui raport suficient de sesizabil prin mijloace optice de laborator între diferitele etape de metamorfism organic și tipurile principale de hidrocarburi produse de o rocă-mamă.

În cadrul articolului de față, se prezintă rezumativ metodologia de folosire a materialului palinologic extras din ape de zăcămînt în acest scop*.

Metamorfismul organic (eometamorfism, după Landes 1966) reprezintă un complex de factori fizici și chimici care, prin acțiunea lor îndelungată, conduc la transformarea substanței organice diseminate într-un strat. Aceste transformări preced, în general, pe cele mineralogice și au un caracter progresiv. În mod practic, metamorfismul organic se manifestă în cazul substanței organice vegetale organizate (microfosile, resturi de plante superioare etc.) sau amorfe, extrase atît din roci generatoare consolidate, cît și din ape de zăcămînt, prin :

— închiderea progresivă a culorii materiei organice ;

— scăderea transmisibilității luminii și a rezistivității electrice ;

— creșterea indicilor de refracție și de strălucire ;

— pierderea treptată a detaliilor de structură morfologică.

Se apreciază că transformările fizice de mai sus, ca și altele încă nedeterminate cu certitudine, sînt însoțite de creșterea ratiei de carbon, schimbări spectrometrice, variația conținutului în acizi humici și alte indicații de modificări chimice. Pentru evaluarea corectă a gradului de metamorfism optic, se folosește, de regulă, fotometrul, dar cel mai des utilizat pentru rapiditatea observației este microscopul obișnuit cu lumină transmisă.

## METODA DE LUCRU

Reușita unei bune determinări a gradului de metamorfism al materialului palinologic comportă gruparea acestuia în categorii microscopice cu elemente constante de morfologie, stadiu de erodare a exinei, transparență, culoare etc.

Dintre elementele de morfologie cu ocurență constantă, s-au selecționat : a) variația conturului general al grăuntelui de polen, sporului și testului dinoflagellatelor și al deschiderii germinale (pori, marca triletă și respectiv tabulația) ; b) stadiul de erodare a exinei care se determină după aspectul sculpturii externe ; c) transparența, în corelație invers proporțională cu îngroșarea exinei ; ea a fost stabilită în următoarele trepte : transparent, translucid, semiopac și opac ; d) culoarea materialului palinologic grupată în următoarele categorii principale : incolor-slab verzui, verde-galben, oranj, roșu, roșu-brun, brun închis și negru.

Pentru mai buna înțelegere a noțiunii de material palinologic este necesar să se precizeze că s-au folosit, în cadrul temei de față, observațiile lui A. C o m b a z (1964), cu completări aparținînd lui F. S t a p l i n (1969) și originale. În acest sens, termenul de mai sus sintetizează conținutul de elemente microscopice de natură vegetală, după cum urmează :

### I. Materiale primare

A. *Sursă terestră*

1. Cuticule de plante, fragmente de frunze sau țesuturi de plante mari (inclusiv fragmente de alge).
2. Spori și polen.
3. Fragmente lemnoase „lignificate" (parțial fuzinit).
4. „Charcoal" mineral (fuzinit și micrinit).
5. Rășini.

* Analiza palinologică a apelor de zăcămînt, metoda de lucru și rezultate preliminare fac obiectul unei lucrări separate, care urmează a fi publicată în revista Petrol și Gaze.

6. Alge unicelulare de apă dulce (tip Botryococcus şi Pediastrum).

B. *Sursă marină*

7. Organisme unicelulare

a. Fitoplancton (dinoflagellate şi acritarhe).

b. Fitobentos (bacterii, alge, ciuperci).

II. **Materiale transformate**

C. *Indicatori sapropelici*

8. Mase organice slab aglomerate pînă la semicoerente, exterm de fine particule organice dispersate (diferenţiabile de resturile humice de natură palinologică).

9. Fîşii translucide şi fragile de material rezinifer fosilizat.

D. *Elemente foarte rezistente*

10. Resturi cuticulare transformate, majoritatea inerte optic, de regulă remaniate.

III. *Produse de transformare termo-catalitică*

11. Echivalenţi ai materialelor primare de mai sus înegriţi prin carbonificare, cu procentaje relativ ridicate de carbon.

12. Pirobitumene, ceruri şi particule negre fără structură.

Observarea materialului palinologic extras din apele de zăcămînt a condus la elaborarea tabelei 1, care sintetizează diversele etape de transformare a principalelor componente microvegetale structurate sau amorfe. În funcţie de aceste transformări, s-au stabilit şase stadii de metamorfism al materialului palinologic (de la 0—5), după cum urmează :

*Stadiul 0*

Specimenele palinologice de toate categoriile sînt relativ proaspete, elementele morfologice intacte şi bine vizibile, transparente şi incolore sau slab verzui. Metamorfism nul.

*Stadiul 1*

Materialul palinologic îşi păstrează în ansamblu elementele morfologice intacte. Deschiderile germinale sînt distincte, sacii aeriferi de la gimnosperme sînt bine conturaţi, morfologia externă este clară, iar exina transparentă cu slabe tendinţe de îngroşare. Culoare verzuie spre galben. Metamorfism incipient.

*Stadiul 2*

Elementele morfologice au tendinţa de alterare. Porii polenului sînt suficient de vizibili ca şi marca triletă la microsporii criptogamelor vasculare. Conturul general al specimenelor se păstrează relativ intact. Morfologia de suprafaţă manifestă un început de aplatizare. Exina este transparentă cu tendinţe vizibile de îngroşare şi cutare. Teca dinoflagellatelor distinctă. Culoare galben-oranj pînă la roşu. Metamorfism slab.

*Stadiul 3*

Morfologia externă în faza de alterare. Porii polenului sînt greu vizibili şi cu tendinţă de încorporare în masa grăuntelui. Marca triletă de asemenea, greu vizibilă. Conturul specimenelor tinde spre rotunjire. Sculptura exinei în general se păstrează, dar cu forme şterse. Exina este îngroşată, semi-transparentă, cu tendinţe vizibile de opacizare. Tabulaţia dinoflagellatelor are tendinţe de ştergere. Culoare roşie pînă la brun deschis. Metamorfism moderat.

*Stadiul 4*

Materialul palinologic manifestă modificări substanţiale, faţă de stadiile iniţiale. Deschiderile germinale sînt invizibile, conturul general este rotunjit. Sculptura exterioară nu se mai recunoaşte decît foarte vag. Exina este mult îngroşată şi opacă. Majoritatea specimenelor sînt contorsionate. Tabulaţia dinoflagellatelor este, practic, invizibilă. Culoare brună pînă la brun închis. Metamorfism puternic.

*Stadiul 5*

Nu se mai distinge nici un fel de detaliu morfologic. Specimenele sînt, în general, sferice sau ovoidale, cu exina foarte groasă şi opacă. Culoare neagră. Metamorfism sever.

Din datele de literatură (S t a p l i n, 1969, C o r r e i a, 1969), rezultă că stadiile de metamorfism indicative pentru producerea petrolului sînt cele moderate, echivalente cu stadiul 3 din tabela 1. Producerea gazelor uscate este posibilă în stadiile de metamorfism puternic (4) şi parţial sever (5). Rezultă că în stadiile 0,1 şi 2 metamorfismul materiei organice nu este suficient de intens pentru producerea hidrocarburilor.

În lucrarea „Regional facies of organic metamorphism", S t a p l i n şi E v a n s (1973) analizînd geochimic şi palinologic substanţa organică vegetală din diverse tipuri de roci sursă, stabilesc trei categorii de metamorfism organic capabile să producă hidrocarburi, după cum urmează : I—gaz uscat, petrol mediu şi greu (stadiu imatur); II—petrol mediu şi uşor + gaz umed şi condensat (stadiu matur); III—metan şi hidrogen sulfurat (stadiu de descompunere avansat). Aceste tipuri de metamorfism ar putea corespunde cu stadiile stabilite de noi astfel : I = 0—2; II=3; III=4—5.

Urmărind distribuirea stratigrafică a rocilor hidrogeneratoare (fig.1) determinate cu caracter preliminar în cadrul cercetării realizate în I.C.P.T.G., se constată, în general, poziţia constantă a acestora în cuprinsul stadiului 3 de metamorfism, excepţie făcînd complexul generator al sarmaţianului şi pliocenului, plasate în stadiul 4, indicativ pentru producerea

Tabela 1

**Stadiile de metamorfism ale substanței organice vegetale elaborate prin studiul optic al materialului palinologic din unele ape de zăcământ din România**

| GRUPE MICROVEGETATE | | STADIUL DE METAMORFISM | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | I | II | III | IV | V |
| MICROSPORI | | Membrana corp. central incoloră și transparentă<br>Marca triletă liberă, clară și foarte netă | Membr. corp. central galben deschis și transparentă<br>Marca triletă clară și relativ netă | Membr. corp. central oranj, galben închis spre roșu<br>Marca triletă cu tendințe de opacizare | Membr. corp. central brun deschis corp central brun.<br>Marca triletă opacă și ștearsă | Membr. corp central nedistinctă de corp. central, ambele opace brun închise sau negre-brune<br>Marca triletă greu vizibilă sau invizibilă | Sferule sau forme trapezoidale nedeterminabile negre sau negru-brune. |
| POLEN | angiosperme | Corp transparent, incolor sau slab gălbui<br>Pori foarte clari, neți | Corp transp. galben-oranj<br>Pori vizibili cu tendințe de obturare | Corp translucid roșu-brun<br>Pori vizibili parțial opacizați prin coroziune | Corp cu tendințe de opacizare cu striuri de încrețire, brun deschis-brun<br>Pori greu vizibili, opacizați prin coroziune | Corp opac brun închis în general cu contur rotunjit prin coroziune<br>Pori invizibili | nu s-au întâlnit |
| | gimnosperme | Corp central transparent slab gălbui-verde<br>Deschidere germinală clară<br>Ornamentație clară<br>Saci aeriferi distincți | Corp central translucid galben închis-oranj spre brun<br>Deschidere germin. clară<br>Ornamentație suficient de clară<br>Saci aeriferi distincți | Corp central cu tend de opacizare verde închis-brun<br>Deschidere germin. neclară<br>Ornamentație neclară cu tend. de ștergere<br>Saci aeriferi puțin distincți cu tendințe de uniformizare | Corp central brun-opac<br>Deschidere germin. invizibilă<br>Ornamentație ștearsă<br>Saci aeriferi parțial înglobați la corpul central (uniformizați) | Corp central brun închis-acoperit de subst. străine (uneori bacterii)<br>Ornamentație invizibilă<br>Saci aeriferi invizibili (distruși) - corp central uniformizat | nu s-au întâlnit |
| | alte grupe | Corp transparent, incolor-gălbui<br>Deschidere germin. clară, netă<br>Exina subțire, nealterată, intactă | Corp transparent galben spre oranj<br>Deschidere germin. clară<br>Membrana (exina) cu tendință de îngroșare și încrețire | Corp translucid brun-deschis<br>Deschidere germin. neclară<br>Exina parțial opacizată și cutată | Corp opac brun (închis)<br>Deschidere germin. invizibilă<br>Exină opacizată, foarte cutată cu indicații de ruptură | Corp opac brun închis-negru<br>Deschidere germin. invizibilă<br>Exină opacă cu numeroase fisuri<br>Nu se mai păstrează conturul inițial | Sferule negre, compacte cu zone deteriorate, nedeterminabile |
| FITOPLANCTON (Dinoflagellate, Hystrichosphere, Acritarșe) | | nu s-au întâlnit | Capsula centrală transparentă galben-verde<br>Epiteca întreagă<br>Tabulație foarte vizibilă<br>Inserția apendicilor clară, netă<br>Terminusul apendicilor întreg | Capsula centr. translucidă brun deschis<br>Epiteca parțial deteriorată<br>Tabulație vizibilă<br>Inserția apendic. slab opacizată<br>Terminusul apend. parțial rupt | Caps. centr. opacă, brună<br>Epiteca deteriorată<br>Tabulație greu vizibilă<br>Inserția apendicilor opacizată<br>Terminusul apendic. distrus | Caps centr. greu vizibilă, brun închisă<br>Epiteca lipsește<br>Tabulație invizibilă<br>Apendici opacizați, negri<br>Extremitatea apendic. lipsește | Forme poliedrice brun-negre opace<br>Epiteca lipsește<br>Tabulație invizibilă<br>Apendici opaci distruși<br>Terminusul apendic. lipsește (se observă locul de rupere) |
| DEBRIURI VEGETALE | | Incolore-slab gălbui<br>Structura celulară foarte clară<br>Contururi nete<br>Cuticule și traheide foarte bine conservate<br>Conțin uneori clorofilă fosilizată | Galbene verzui sau brune deschis<br>Struct. celul. clară - contururi nete<br>Cuticule și traheide foarte bine conservate | Galbene oranj spre brun intens<br>Structură celulară suficient de clară<br>Contururi pe cale de dispariție<br>Cuticule și traheide slab conservate | Brun (închise)<br>Structură celulară opacizată, parțial invizibilă<br>Contururi slabe sau invizibile<br>Cuticule și traheide foarte slab conservate | Brun închis - opace<br>Struct. celul. invizibilă<br>Fragmente de cuticule și traheide<br>Acoperite uneori de alte subst. sau bacterii | Brun închis și negre<br>Opacizare completă<br>Struct. celul. invizibilă<br>Fragmente indeterminabile |
| MATERIE ORGANICA AMORFA | | gălbui spre galben | galben-roșu | roșu închis-brun | brun | brun închis spre negru | negru |

de gaze uscate. Aceste observații, cu gradul lor mare de relativitate, par să contrazică opinia, în general acceptată de geochimiști, că

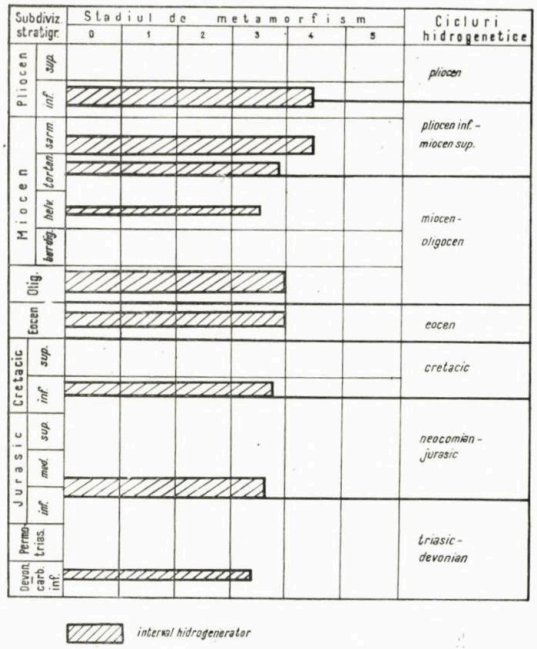



Fig. 1. Tentativă de reprezentare schematică a variației stadiului de metamorfism al materialului palinologic recuperat din unele ape de zăcămînt din România.

gradul de metamorfism al materiei organice (determinată chimic) variază direct proporțional cu vîrsta geologică a depozitelor.

Luate în ansamblu, observațiile de mai sus fiind rezultatul etapei inițiale de cercetare în acest domeniu sînt insuficiente pentru stabilirea unor concluzii ferme asupra posibilităților petrogene ale unui strat hidrogenerator. Ele trebuie interpretate într-un complex de informații de ordin fizic general, litologo-mineralogic, geochimic, paleobiologic etc.

Menționarea datelor referitoare la acest nou cîmp de investigare a avut ca scop principal evidențierea perspectivelor pe care le are analiza palinologică în contextul cercetării geologice aplicative și solicitarea tuturor factorilor interesați pentru o colaborare activă în vederea dezvoltării acestui gen nou de cercetări.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Balteș, N. Stadiul actual al cercetărilor palinologice asupra formațiunilor cretacice și terțiare de interes petrolier în România. *„Progrese în palinologia românească" Ed. Acad. R.S.R.*, 1971, p. 153—162.
2. Cepikov, K. P., Medvedeva, A. M. Organic remains of ancient appearence in oil from tertiary, mesozoic and paleozoic deposits. *Dokl. Acad. Nauk S.S.S.R.*, **140**, nr. 2, 1961, p. 439—540 (în l. rusă).
3. Combaz, A. Les palynofaciès. *Rev. de Micropaléont.*, **7**, nr. 3, 1964, p. 205—218.
4. Combaz, A. Microsphérules muriformes dans les roches mères du pétrole : hypothèse sur leur origine. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **270**, 1970, p. 2 240—2 243.
5. Correia, I. Contributions à la recherche de zones favorables à la genèse du pétrole par l'observation microscopique de la matier organique figurée. *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, **24**, nr. 12, 1969, p. 1 417—1 454.
6. Horovitz, A., Langozky, Y. Preliminary palynological study of hydrocarbons in Israel. Geologie en Mijnbow, **44**, 1965, p. 59—63.
7. Reyre, Y. Variations palynologiques selon les milieux de dépôt dans le Mésozoique saharien. *C. R. Somm. Soc. Geol. Fr.*, fasc. 5, 1970, p. 144.
8. Shkrebta, G. Separation of plant remains from oils by filtration. *Internat. Geol. Rev.*, **8**,. nr. 9, 1966, p. 1 118—1 122.
9. Staplin, F. Sedimentary organic matter, organic metamorphism and oil and gas occurence. *Bull. Canad. Petrol. Geol.*, **17**, nr. 1, 1969, p. 47—66.
10. Uspenskaja, N. Die periodische vertikale Verteilung von Erdöl — und Erdgoslagerstätten in Tafelgebieten und ihr Zusammenhang mit der rhythmischen Sedimentation. *Zeit. Angewandte Geol.*, **15**, nr. 5, 1969, p. 222—229.

# Despre mişcarea punctului material într-un mediu rezistent anizotrop, cu aplicaţie la forajul sondelor

Iordan D. Dragoev

Studiul mişcării punctului material într-un mediu rezistent anizotrop reprezintă o importanţă deosebită pentru lămurirea unor laturi caracteristice ale procesului de foraj.

Se ştie că forţa de rezistenţă opusă unui corp, considerat drept punct material, la mişcarea lui printr-un mediu rezistent izotrop, se exprimă ca o funcţie crescătoare de viteza punctului material, care, pentru viteze mici, se poate aproxima ca lineară :

$$\overline{R} = -\alpha^{-1}.\overline{v} \qquad (1)$$

Aici semnul minus arată că forţa de rezistenţă $\overline{R}$ este dirijată opus vitezei $\overline{v}$, iar $\alpha^{-1}$ este un coeficient de proporţionalitate — o funcţie scalară a tuturor celorlalţi factori posibili care ar putea influenţa asupra modulului forţei de rezistenţă $\overline{R}$ (de ex. presiunea, temperatura şi viscozitatea mediului, dimensiunile lineare caracteristice ale corpului etc.).

Problemele clasice de acest gen sînt : căderea corpului greu în aer, problema balistică, mişcarea corpului rigid într-un lichid etc.

Ecuaţia mişcării punctului material asupra căruia acţionează forţa activă $\overline{F}$ şi forţa de rezistenţă $\overline{R}$, dată prin relaţia (1), conform legii fundamentale a dinamicii, se scrie :

$$m\,\frac{\mathrm{d}\overline{v}}{\mathrm{d}t} + \alpha^{-1}\,\overline{v} = \overline{F} \qquad (2)$$

Caracterul izotrop al mediului rezistent este exprimat în structura ecuaţiei (2) prin faptul că, coeficienţii variabilelor sînt constante scalare. Aceasta se mai poate exprima spunînd că pentru medii izotrope vectorii $\overline{R}$ şi $\overline{v}$, legaţi prin relaţia (1), sînt întotdeauna colineari, oricare ar fi direcţia mişcării mediului rezistent considerat.

Dacă mediul rezistent este anizotrop, atunci forţa de rezistenţă trebuie să depindă, în afara tuturor factorilor posibili de oricare natură, şi de direcţia mişcării în mediul considerat. Acest fapt primordial se poate exprima scriind ecuaţiile analoage lui (1) şi (2), pentru cazul considerat, sub forma :

$$\overline{R} = -\alpha^{-1}\;\theta^{-1}\;\overline{v}\,; \qquad (3)$$

$$m\,\frac{\mathrm{d}\overline{v}}{\mathrm{d}t} + \alpha^{-1}\;\theta^{-1}\;\overline{v} = \overline{F} \qquad (4)$$

Aici, cu $\theta^{-1}$ este notat un operator nesingular, care transformă spaţiul vectorilor $\overline{v}$ în spaţiul vectorilor $\overline{R}$, iar toate celelalte notaţii sînt aceleaşi ca în (1) şi (2).

Condiţia de nesingularitate a operatorului $\theta^{-1}$ asigură o corespondenţă biunivocă între vectorii $\overline{v}$ şi $\overline{R}$. Cel mai important de observat este că, prin prezenţa operatorului $\theta^{-1}$ în structura ecuaţiilor (3) şi (4) este exprimat faptul obiectiv că într-un mediu anizotrop vectorii $\overline{v}$ şi $\overline{R}$, în general, nu sînt colineari. Operatorul $\theta^{-1}$ se poate numi operatorul rezistenţei mediului.

Dacă operatorul $\theta^{-1}$ este linear, adică există relaţia :

$$\theta^{-1}(a\,\overline{f}_1 + b\,\overline{f}_2) = a\;\theta^{-1}\overline{f}_1 + b\;\theta^{-1}\overline{f}_2 \qquad (5)$$

unde :

$a$ şi $b$ sînt numere arbitrare, iar $\overline{f}_1$ şi $\overline{f}_2$ — vectori arbitrari, introducînd un sistem de coordonate cartezian dreptunghiular $xyz$, ecuaţia mişcării (4) se va scrie :

$$\alpha^{-1}\begin{bmatrix}\theta^{-1}_{xx} & \theta^{-1}_{xy} & \theta^{-1}_{xz}\\ \theta^{-1}_{yx} & \theta^{-1}_{yy} & \theta^{-1}_{yz}\\ \theta^{-1}_{zx} & \theta^{-1}_{zy} & \theta^{-1}_{zz}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}v_x\\ v_y\\ v_z\end{bmatrix} = -m\begin{bmatrix}\mathrm{d}v_x/\mathrm{d}t\\ \mathrm{d}v_y/\mathrm{d}t\\ \mathrm{d}v_z/\mathrm{d}t\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}F_x\\ F_y\\ F_z\end{bmatrix} \qquad (6)$$

Cu notaţii tensoriale ecuaţia (6) se scrie :

$$\alpha^{-1}\;\theta^{-1}_{ij}\;v_j = -m\,\frac{\mathrm{d}v_i}{\mathrm{d}t} + F_i\,(i,\,j = x,\,y,z) \qquad (7)$$

Conform unei teoreme fundamentale a calculului tensorial, ecuaţia (7) arată că operatorul $\theta^{-1}$ se exprimă printr-un tensor ortogonal de rangul al doilea. Prin urmare, la trecerea de la sistemul cartezian ortogonal $xyz$ într-un alt sistem cartezian ortogonal $x'\,y'\,z'$, avînd numai originea comună cu primul, iar în rest, cu totul arbitrar, mărimile $\theta^{-1}_{ij}$ (componentele tensorului $\theta^{-1}$) se vor transforma după legea :

$$\theta^{-1}_{i'j'} = L_{i'j'}\;\alpha_{j'j}\;\theta^{-1}_{ij}\;(i,\;j = x,\,y,\,z\,;\;i'j' = x'y'z') \qquad (8)$$

Aici, $\alpha_{i'i}$ sînt cosinuşii directori ai axelor $x$, $y$, $z$, în sistemul $x'y'z'$ adică aceste mărimi satisfac condiţia :

$$[\alpha_{i'i}][\;[\alpha_{i'i}]^{-1} = 1 \qquad (9)$$

care exprimă faptul că matricea $[\alpha_{i'i}]$ este ortogonală.

La transformarea indicată a sistemelor de coordonate, mărimile vectoriale din ecuația (7) se vor transforma după legea :

$$f'_i = \alpha_{i'i} f_i \tag{10}$$

Atunci, în sistemul „nou" de coordonate $x'y'z'$, ecuația (7), în virtutea relațiilor (8)—(10), va căpăta forma :

$$\alpha^{-1} 0^{-1}_{i'j'} v_{j'} = -m \frac{\mathrm{d}v_{i'}}{\mathrm{d}t} + F_{i'} (i', j' = x'y'z') \tag{11}$$

care este identică cu forma ecuației (7).

Prin urmare, ecuația (7) este invariantă la transformarea indicată a sistemului de coordonate. Or, tocmai această transformare ne dă posibilitatea să studiem anizotropia mediului. Ecuația (7) exprima deci un proces fizic obiectiv și anume mișcarea punctului material în mediul rezistent anizotrop.

Dacă tensorul rezistenței mediului $0^{-1}$ este simetric, adică există relația :

$$0^{-1}_{ij} = 0^{-1}_{ji}$$

iar valorile sale principale — diferite, în algebra tensorială se arată că vectorii principali corespunzători ai tensorului sînt doi cîte doi perpendiculari între ei, avînd moduli diferiți și formînd deci un triedru ortogonal. În particular, dacă două sau toate cele trei valori principale ale tensorului sînt egale între ele, același lucru este valabil și pentru vectorii principali, ei rămînînd între ei totuși doi cîte doi perpendiculari.

În sistemul de coordonate 123, format de direcțiile principale ale tensorului de rezistență, ecuația (6) capătă forma :

$$\alpha^{-1} \begin{bmatrix} 0^{-1}_{11} & 0 & 0 \\ 0 & 0^{-1}_{22} & 0 \\ 0 & 0 & 0^{-1}_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix} = -m \begin{bmatrix} \mathrm{d}v_1/\mathrm{d}t \\ \mathrm{d}v_2/\mathrm{d}t \\ \mathrm{d}v_3/\mathrm{d}t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix}, \tag{12}$$

adică matricea tensorului de rezistență capătă forma diagonală în acest sistem de coordonate.

Legea mișcării punctului material într-un sistem de coordonate cartezian ortogonal arbitrar, cu condiția inițială $v_0 = \overline{v}\,(t_0)$, se obține prin integrarea ecuației (4) :

$$\overline{v}(t) = \overline{v}t(_0)\, e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1} (t-t_0)} + \\ + \frac{1}{m} \int_{t_0}^{t} e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1} (t-\tau)} \overline{F}(\tau) \cdot \mathrm{d}\tau \tag{13}$$

Primul membru din partea dreaptă a ecuației (13) descrie componenta vitezei, datorită condiției inițiale nenule (componentă liberă), iar membrul integral dă componenta vitezei, datorită acțiunii forței $\overline{F}$ (componenta forțată).

După cum se vede, componenta liberă a vitezei tinde către zero cu creșterea timpului (matricea $0^{-1}$ este pozitivă). Componenta forțată este o funcție monotonă crescătoare și tinde către o valoare critică, cînd $F(\tau) =$ constantă, care se poate determina ușor și din ecuația (4) făcînd $\mathrm{d}\overline{v}/\mathrm{d}t = 0$.

$$\overline{v}_{cr} = \alpha 0 \overline{F} \tag{14}$$

sau în forma matriceală :

$$\begin{bmatrix} v_{x\,cr} \\ v_{y\,cr} \\ v_{z\,cr} \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} 0_{xx} & 0_{xy} & 0_{xz} \\ 0_{yx} & 0_{yy} & 0_{yz} \\ 0_{zx} & 0_{zy} & 0_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{bmatrix} \tag{15}$$

Se vede că viteza critică nu depinde de masa punctului material și nici de viteza lui inițială, dar depinde de proprietățile anizotrope ale mediului, proprietăți descrise prin tensorul $0$. Acest tensor este invers tensorului de rezistență $0^{-1}$ și se poate numi tensor de pătrundibilitate al mediului. Valorile principale ale tensorului $0$ sînt inverse valorilor proprii tensorului $0^{-1}$, cînd acești doi tensori sînt simetrici.

În sistemul de coordonate al direcțiilor principale ale tensorului de rezistență $0^{-1}$, legea de mișcare (13) se scrie :

$$\begin{bmatrix} v_1(t) \\ v_2(t) \\ v_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1(0) \\ v_2(0) \\ v_3(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1}_{11} (t-t_0)} & 0 & 0 \\ 0 & e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1}_{22} (t-t_0)} & 0 \\ 0 & 0 & e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1}_{33} (t-t_0)} \end{bmatrix} + \\ + \frac{1}{m} \int_{t_0}^{t} \left[ e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1}_{ii} (t-t_0)} \right] \overline{F}(\tau)\, \mathrm{d}\tau \tag{16}$$

unde s-a notat :

$$\begin{bmatrix} e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1}_{11} (t-t_0)} & 0 & 0 \\ 0 & e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1}_{22} (t-t_0)} & 0 \\ 0 & 0 & e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1}_{33} (t-t_0)} \end{bmatrix} = \\ = \left[ e^{-\frac{\alpha^{-1}}{m} 0^{-1}_{ii} (t-t_0)} \right], \; (ii = 11,\ 22,\ 33) \tag{17}$$

Pentru viteza critică, evident, va exista :

$$\begin{bmatrix} v_1\ cr \\ v_2\ cr \\ v_3\ cr \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} 0_{11} & 0 & 0 \\ 0 & 0_{22} & 0 \\ 0 & 0 & 0_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix} \tag{18}$$

După deducțiile teoretice de pînă aici, se va considera problema particulară despre căderea corpului greu, aproximat ca un punct material, într-un mediu rezistent anizotrop. Rezolvarea acestei probleme permite o verificare foarte comodă a teoriei pe cale experimentală. Într-adevăr, pentru acest caz simplu, în ecuația (4) pentru forța $F$ este valabilă expresia :

$$\overline{F} = m\ \overline{g}, \tag{a}$$

unde : $\overline{g}$ este accelerația gravitației terestre.

Fie că una din direcţiile principale de pătrunibilitate a mediului coincide cu verticala, de xemplu $\bar{\imath}_3$, valoarea principală corespunzătoare tensorului de pătrundibilitate fiind $0_{33}$. Atunci, n conformitate cu ecuaţia (18), pentru viteză ritică vom avea :

$$v_{1\,cr} = v_{2\,cr} = 0,\ v_{3\,cr} = \alpha 0_{33}\ mg \qquad \text{(b)}$$

În acest caz corpul cade pe verticală, ca şi în azul clasic al mediului izotrop, binecunoscut n literatură. Rezultatul era şi de aşteptat, leoarece forţa acţionează după una din direcţiile principale ale tensorului de pătrundibilitate.

Se consideră acum, în aceeaşi problemă, că direcţiile principale de pătrundibilitate $\bar{\imath}_1$ şi $\bar{\imath}_2$ fac un unghi de 45° cu verticala. Atunci, conform ecuaţiei (18), vom avea :

$$\begin{aligned} v_{1\,cr} &= \alpha\ 0_{11}\ mg\ \cos\ 45° \\ v_{2\,cr} &= \alpha\ 0_{22}\ mg\ \cos\ 45° \\ v_{3\,cr} &= 0 \end{aligned} \qquad \text{(c)}$$

În acest caz (după perioada iniţială de acceleraţie), corpul va „cădea" cu viteză constantă în planul vertical format de direcţiile principale de pătrundibilitate $\bar{\imath}_1$ şi $\bar{\imath}_2$ după o linie dreptă, înclinată sub un unghi $\beta$ de la verticală (fig. 1), unde :

$$\beta = \text{arc tg}\ \frac{0_{11} - 0_{22}}{0_{11} + 0_{22}}, \qquad \text{(d)}$$

presupunînd că $0_{11} > 0_{22}$.

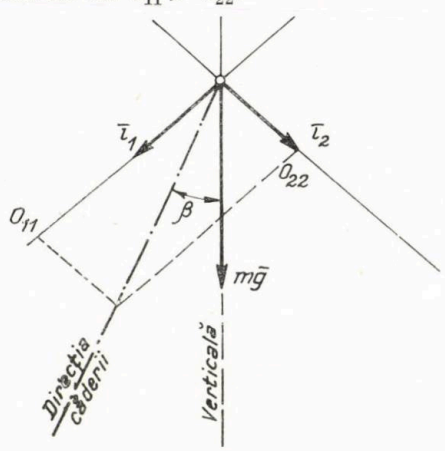



Fig. 1. Căderea corpului greu într-un mediu rezistent anizotrop.

Pentru cazul particular $0_{11} = 2\ 0_{22}$, se obţine :

$$\beta = \text{arc tg}\ 1/3 = 18°30 \qquad \text{(e)}$$

Un alt caz simplu este mişcarea punctului material cu viteză iniţială $\bar{v}_0$, cînd forţa $\bar{F} = 0$. Din (17), obţinem pentru acest caz :

$$v_i\ (t) = v_i\ (0)\ e^{-\frac{\alpha-1}{m} 0_{ii}^{-1} (t-t_0)}\ (i = 1,\ 2,\ 3;\ ii = 11,\ 22,\ 33) \qquad (19)$$

sau vectorial :

$$\bar{v}\ (t) = v\ (0).e^{-\frac{\alpha-1}{m} 0^{-1} (t-t_0)} \qquad (20)$$

Se vede că în acest caz, vectorul vitezei tinde către zero cu creşterea timpului, dar hodograful lui nu este o linie dreaptă care să treacă prin originea hodografului, ci o linie curbă spaţială, adică mişcarea nu se execută după o linie dreaptă, ci după o linie curbă spaţială. După cum se ştie, în cazul corespunzător mediului rezistent izotrop mişcarea punctului material se efectuează după o linie dreaptă. Rezultatul obţinut prezintă o altă posibilitate comodă pentru verificarea experimentală a teoriei sau pentru stabilirea proprietăţilor anizotrope ale mediului.

Problema mişcării punctului material printr-un mediu rezistent anizotrop, cum a fost indicat, prezintă un interes deosebit pentru înţelegerea unor laturi caracteristice ale procesului de foraj al sondelor în masivele de roci ale scoarţei pămînteşti. Într-adevăr, se poate arăta că, pentru mişcarea de înaintare a instrumentului de lucru (sapă) în masivele de roci în procesul de foraj, este valabilă ecuaţia (4), [1]. În această lucrare se mai arată cu suficientă exactitate pentru practică că pe baza datelor experimentale, mişcarea de înaintare se poate studia pe baza ecuaţiei (4) în care se neglijează termenul $d\bar{v}/dt$, obţinînd :

$$\bar{v} = \alpha\ 0\ \bar{F},$$

ecuaţie care coincide cu (14) şi este numită ecuaţia forajului, ea exprimînd legea fizică fundamentală a procesului de foraj. Pentru cazul concret al forajului sondelor, tensorul $0$ poartă denumirea de tensor de forabilitate a rocilor.

Scopul prezentului articol este de a atrage atenţia asupra existenţei unor trăsături netriviale caracteristice mişcării punctului material într-un mediu rezistent anizotrop, exprimate în forma specifică a relaţiilor (3)—(19).

Se construieşte, de asemenea, aparatul matematic adecvat pentru tratarea analitică a problemei. Este important de subliniat că structura ecuaţiei (4) vădeşte o asemănare adîncă cu ecuaţiile generale care guvernează dinamica sistemelor lineare din teoria sistemelor. Alte trăsături ale problemei examinate, importante din punct de vedere teoretic şi practic, se vor da într-o lucrare următoare.

**BIBLIOGRAFIE**

1. Dragoev, I. D. Teoria înaintării sapei. I. Petrol şi gaze, nr. 12, 1972.

# Aplicarea analizei dimensionale la stabilirea legii modelului pentru procesul dislocării mecanice a rocilor la talpa sondelor în foraj

Gr. Tatu

Pentru simularea procesului de dislocare mecanică a rocilor la talpa sondelor, în scopul creării condițiilor de cercetare în laborator pe modele și transferarea rezultatelor la prototip, este necesară legea modelului.

Procesul dislocării mecanice la talpa sondei fiind complex și neliniar, n-a permis rezolvarea corespunzătoare a studierii sale prin metode analitice de tip rațional — fenomenologice.

Aplicarea analizei dimensionale a condus la stabilirea legii modelului pentru procesul dislocării mecanice la talpa sondei, cînd se lucrează cu sape cu role, crearea mijloacelor experimentale corespunzătoare și elaborarea metodologiei prin care rezultatele de pe model pot fi transferate la prototip.

Prezenta lucrare evidențiază o aplicație a analizei dimensionale la studiul analitic al unui proces complex-neliniar, studiu care, prin rezultatele obținute, a permis elaborarea unei metode noi de lucru în cercetarea și proiectarea forării sondelor de țiței și gaze [1].

Procesul dislocării rocilor în forarea sondelor este foarte complex și multe lucrări [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] au arătat posibilitatea rezolvării problemelor practice prin metoda modelării fenomenelor componente în mod singular și sinergetic.

În principiu (fig. 1), procesul de forare constă în a roti o garnitură de tuburi suspendată printr-un dispozitiv, care asigură rotația și introducerea unui curent de fluid, la un cîrlig dintr-un sistem de manevră care permite deplasarea sus—jos. La partea inferioară a garniturii de tuburi, special alcătuită, se află un instrument de dislocare mecanică. Curentul de fluid circulat, descendent în interiorul tubular, ajuns la contactul dintre instrumentul de dislocare și rocă, spală particulele mecanice desprinse din corpul rocii și, prin spațiul inelar format la exteriorul tuburilor între acestea și pereții găurii formate, transportă aceste particule mecanice la suprafață.

Instrumentul de dislocare mecanică are forme geometrice și principii de lucru care clasifică cele mai frecvente tipuri în trei grupe : — sape cu lame, sape cu role și sape cu diamante.

Sapele cu utilizarea cea mai largă și care au fost luate în considerație în studiul efectuat au fost cele cu role, însă procesul dislocării cu acestea, deși are elemente specifice, prezintă și multe asemănări care fac posibilă extinderea unor concluzii obținute la studiul procesului de dislocare cu sape cu role și la celelalte sape, dar această problemă nu constituie obiectul acestei lucrări.

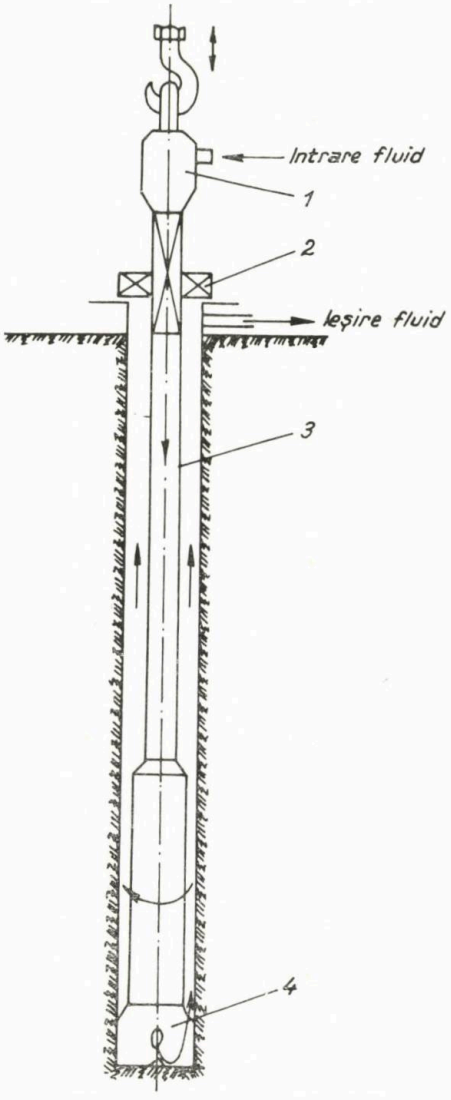



Fig. 1. Schema de principiu a procesului de foraj:
*1* — dispozitiv de suspendare (cap hidraulic); 2 — dispozitiv de rotire (masa rotary); *3* — garnitură de tuburi (garnitură de foraj); *4* — instrument de dislocare (sapa de foraj).

Metodele de cercetarea procesului de dislocare prin modelare au avut, pînă acum, două direcţii importante :

— utilizarea elementelor de dantură sub formă de : pene, sfere, poansoane cilindrice, conice sau tronconice şi cercetarea pătrunderii lor în regim static sau dinamic, mai mult sau mai puţin apropiat de regimul existent la prototip [6, 7, 8, 9];

— utilizarea sapelor sau a microsapelor (sape construite la scară redusă) pentru încercări pe blocuri sau eşantioane de rocă, în condiţii atmosferice sau similare celor din cîmpul natural al scoarţei terestre, cercetînd atît comportarea sapei, cît şi eficienţa procesului de dislocare [8, 9, 10, 11, 12, 13].

Literatura de specialitate [8, 9, 12] evidenţiază păreri diferite cu privire la posibilitatea transferării rezultatelor de pe model la prototip.

Avînd în vedere faptul că cercetarea proceselor şi fenomenelor poate fi realizată, în cazul de faţă pe cale experimentală pe model sau prototip, au fost făcute studii de amănunt pentru cunoaşterea fenomenelor şi procesului în ansamblu, stabilind mărimile fizice caracteristice şi, utilizînd metodele adecvate de lucru, proprii analizei dimensionale, s-au stabilit criteriile adimensionale şi legea modelului.

În condiţiile creşterii adîncimii sondelor, ceea ce determină creşterea accentuată a costului forajului, cercetarea procesului de dislocare mecanică la talpa sondei în condiţii de laborator este o cale ce nu poate fi evitată pentru găsirea soluţiilor celor mai eficiente pentru conducerea procesului de forare. Cercetarea de laborator nu se poate finaliza pe deplin, rămîne doar ca orientare calitativă, dacă nu este stabilită legea modelului pentru procesul respectiv.

## Descrierea procesului de dislocare mecanică a rocilor la talpa sondei

Procesul de dislocare la talpa sondei se desfăşoară într-un cîmp de lucru numit cîmp de dislocare, reprezentat de : rocile care alcătuiesc scoarţa terestră şi care sînt întîlnite la săparea sondelor; fluidul de foraj cu proprietăţile sale generale fizico-chimice şi reologice; totalitatea condiţiilor de stare şi solicitare a cîmpurilor termice şi hidraulice din zona tălpii.

Procesul de dislocare mecanică este alcătuit din :

— acţiunea de dezintegrare mecanică ;

— acţiunea de spălare (evacuarea particulelor mecanice formate).

În condiţiile de lucru cu sape cu role, acţiunea complexă de dezintegrare mecanică este datorată, în primul rînd, pătrunderii elementelor active, la care se adaugă aşchierea, datorată alunecării lor în plane mai mult sau mai puţin paralele cu suprafaţa tălpii. Sînt prezente, în procesul dislocării, acţiuni de strivire care reprezintă, de fapt, o remăcinare a particulelor de rocă deja desprinse din talpă.

În cîmpul de dislocare, roca este alterată faţă de starea iniţială din cîmpul natural atît chimic, dar mai ales fizico-chimic şi mecanic.

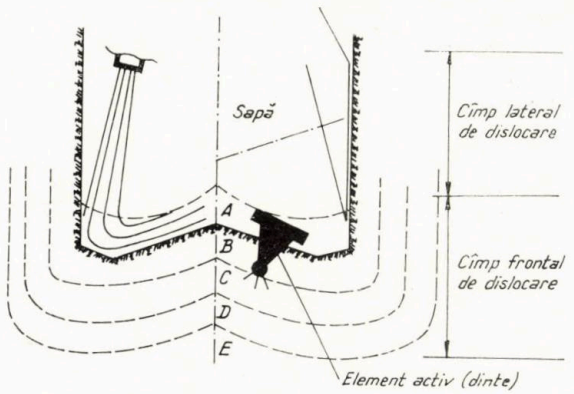



Fig. 2. Schema zonelor cîmpului de dislocare la talpa sondei : $A$ — zona spălării ; $B$ — zona dezintegrării ; $C$ — zona de alterare ; $D$ — zona tampon ; $E$ — zona cîmpului nealterat.

Figura 2 prezintă schematizarea dată cîmpului de dislocare.

Cîmpul lateral de dislocare este legat în mai mică măsură de avansarea propriu-zisă, cît, în special, de resfărîmarea particulelor de rocă dezintegrate în cîmpul frontal şi aduse aici de fluidul care circulă la talpă.

În cîmpul frontal de dislocare se evidenţiază, după specificul fenomenelor ce se produc şi a intensităţii acestora, mai multe zone caracteristice : $A$ — zona spălării ; $B$ — zona dezintegrării ; $C$ — zona de alterare ; $D$ — zona tampon ; $E$ — zona cîmpului nealterat.

Cercetarea efectuată [1, 13] a dovedit că pot fi identificate mărimile fizice care au influenţă semnificativă asupra procesului.

Pentru procesul dislocării, în condiţiile utilizării eşantioanelor de rocă naturală supuse la o stare de solicitare similară condiţiilor din gaura de sondă şi în raport cu descrierea dată procesului, mărimile caracteristice semnificative sînt :

I. *Mărimi caracteristice regimului de lucru*
— apăsarea pe sapă, $G$ ;
— viteza de rotaţie, $n$ ;
— debitul de fluid circulat, $Q$ ;
— diametrul sapei, $D_s$ ;
— puterea mecanică la talpă, $P$ ;
— puterea hidraulică la sapă, $P_h$ ;

II. *Mărimi caracteristice condiţiilor de spălare*
— densitatea fluidului, $\rho_f$ ;
— conţinutul de solide în fluid, $\rho_r$ ;
— turta, $T$ ;
— viscozitatea cinematică a fluidului, $v$ ;
— tensiunea dinamică de forfecare, $\tau_0$ ;
— capacitatea de filtrare a fluidului, $F$ ;
— temperatura fluidului la talpă, $\theta$ ;

III. *Mărimi caracteristice instrumentului de dislocare*

**Stabilirea legii modelului pentru procesul dislocării mecanice la talpa sondei**

Pentru stabilirea legii modelului, se iau în considerație mărimile fizice care influențează desfășurarea procesului. La început, sînt luate în studiu mărimile cuprinse în grupa I. Prin aceasta, se admite că procesul dislocării la talpa sondei este descris de ecuația :

$$f\,(G,\ n,\ Q,\ D_s,\ V,\ P,\ P_h) = 0, \qquad (1)$$

mărimile fiind exprimate în sistemul de unități SI.

Utilizînd metoda algebrică pentru determinarea complecșilor adimensionali [14], rezultă că numărul formelor de scriere a matricei dimensionale este :

$$Y = C_p^r \cdot C_q^r - U = C_7^3 \cdot C_3^3 - U, \qquad (2)$$

deoarece numărul de mărimi fizice luate în considerație este $p = 7$, numărul de mărimi fundamentale din sistemul de unități este $q = 3$ și rangul matricei este $r = 3$.

Combinațiile posibile ale celor șapte mărimi din ecuația (1), luate cîte trei, sînt prezentate în tabela 1.

TABELA 1

| Nr. crt. | Combinația | Nr. crt. | Combinația | Nr. crt. | Combinația | Nr. crt. | Combinația |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $G,\ n,\ V$ | 11 | $G,\ D_s,\ P$ | 21 | $n,\ D_s,\ P$ | 31 | $V,\ P,\ P_h$ |
| 2 | $G,\ n,\ D_s$ | 12 | $G,\ D_s,\ P_h$ | 22 | $n,\ D_s,\ P_h$ | 32 | $D_s,\ Q,\ P$ |
| 3 | $G,\ n,\ Q$ | 13 | $G,\ Q,\ P$ | 23 | $n,\ Q,\ P$ | 33 | $D_s,\ Q,\ P_h$ |
| 4 | $G,\ n,\ P$ | 14 | $G,\ Q,\ P_h$ | 24 | $n,\ Q,\ P_h$ | 34 | $D_s\ P,\ P_h$ |
| 5 | $G,\ n,\ P_h$ | 15 | $G,\ P,\ P$ | 25 | $n,\ P,\ P_h$ | 35 | $Q,\ P,\ P_h$ |
| 6 | $G,\ V,\ D_s$ | 16 | $n,\ V,\ D_s$ | 26 | $V,\ D_s, Q$ | | |
| 7 | $G,\ V,\ Q$ | 17 | $n,\ V,\ Q$ | 27 | $V,\ D_s.\ P$ | | |
| 8 | $G,\ V,\ P$ | 18 | $n,\ V,\ P$ | 28 | $V,\ D_s,\ P_h$ | | |
| 9 | $G,\ V,\ P_h$ | 19 | $n,\ V,\ P_h$ | 29 | $V,\ Q,\ P$ | | |
| 10 | $G,\ D_s\ ,Q_s$ | 20 | $n,\ D_s, Q$ | 30 | $V,\ Q,\ P_h$ | | |

Formula unică pentru cazul general al procesului de dislocare are forma :

$$\pi = G^{x_1} \cdot n^{x_2} \cdot Q^{x_3} \cdot D_s^{x_4} \cdot V^{x_5} \cdot P^{x_6} \cdot P_h^{x_7}, \qquad (3)$$

a cărei ecuație dimensională în sistemul SI este :

$$[\pi] = \left[\frac{L.M.}{T^2}\right]^{x_1} \cdot \left[\frac{1}{T}\right]^{x_2} \cdot \left[\frac{L^3}{T}\right]^{x_3} \cdot [L]^{x_4} \cdot \left[\frac{L}{T}\right]^{x_5} \times$$

$$\times \left[\frac{L^2 M}{T^3}\right]^{x_6} \cdot \left[\frac{L^2 M}{T^3}\right]^{x_7}, \qquad (4)$$

sau :

$$\pi = L^{(x_1 + 3x_3 + x_4 + x_5 + 2\ x_6 + 2\ x_7)} \cdot$$

$$T^{(-2x_1 - x_2 - x_3 - x_5 - 3x_6 - 3x_7)} \cdot M^{(x_1 + x_6 + x_7)}. \qquad (5)$$

Cum însă $\pi$ trebuie să fie adimensional, rezultă că exponenții mărimilor $L$, $M$, $T$ trebuie să se anuleze, obținîndu-se sistemul de ecuații :

$$\left.\begin{aligned} x_1 + 0x_2 + 3x_3 + x_4 + x_5 + 2x_6 + 2x_7 &= 0 \\ -2x_1 - x_2 - x_3 + 0x_4 - x_5 - 3x_6 - 3x_7 &= 0 \\ x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 + x_6 + x_7 &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

Soluțiile sistemului de ecuații liniare și omogene (6) reprezintă seriile de exponenți ai ecuației (3) prin care se exprimă complecșii adimensionali ai procesului de dislocare la talpa sondei. Folosind coeficienții sistemului de ecuații (6), se formează matricea dimensională și se determină rangul ei pentru fiecare combinație.

Matricea dimensională are următoarea formă :

$$\begin{array}{c} \\ kg \\ m \\ s \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ G & n & Q & D_s & V & P & P_h \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 3 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ -2 & -1 & -1 & 0 & -1 & -3 & -3 \end{pmatrix} \end{array} \qquad (7)$$

și cum toți minorii de ordinul patru sînt nuli, rezultă că determinantul principal este de ordinul trei și, ca urmare, și rangul matricei dimensionale este $r = 3$.

Dacă minorul de ordinul trei din stînga matricei este diferit de zero, aceasta dovedește că forma combinativă în care se presupun mărimile principale este o formă reală de scriere. Procedînd în acest mod pentru fiecare combinație evidențiată de tabela 1, rezultă că determinanții minori ai matricelor dimensionale sînt nuli pentru un număr de $U = 11$ combinații și că numărul formelor reale de scriere a combinațiilor mărimilor fizice luate în considerație este $Y = 24$.

Deoarece :

$$p = 7; \quad r = 3,$$

rezultă că numărul complecșilor adimensionali, pentru o combinație a mărimilor fizice, este :

$$p - r = 4.$$

Sistemul de ecuații liniare și omogene (6) se rezolvă folosind regula Cramer sau metoda substituției și se obțin sistemele de complecși adimensionali care corespund fiecărei combinații a mărimilor fizice considerate și care sînt evidențiate în tabela 2.

| Nr. crt. | Grupa fundamentală | Criteriile de similitudine | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $\pi_1$ | $\pi_2$ | $\pi_3$ | $\pi_4$ |
| 1 | $G,\ n,\ V$ | $\frac{n^2 \cdot Q}{V^3}$ | $\frac{n \cdot D_s}{V}$ | $\frac{P}{G \cdot V}$ | $\frac{P_h}{G \cdot V}$ |
| 2 | $G,\ n,\ D_s$ | $\frac{Q}{n \cdot D_s^3}$ | $\frac{n \cdot D_s}{V}$ | $\frac{P}{G\ D_s\ n}$ | $\frac{P_h}{G \cdot D_s \cdot n}$ |
| 3 | $G,\ n,\ Q$ | $\frac{n^{1/3} \cdot D_s}{Q^{1/3}}$ | $\frac{V}{n^{2/3} \cdot Q^{1/3}}$ | $\frac{n^{1/3}\ P}{G\ Q^{1/3}}$ | $\frac{n^{1/3} \cdot P_h}{G \cdot Q^{1/3}}$ |
| 4 | $G,\ n,\ P$ | $\frac{G^3 \cdot Q}{n^2 \cdot P^3}$ | $\frac{V \cdot D_s \cdot n}{P}$ | $\frac{G \cdot V}{P}$ | $\frac{P_h}{P}$ |
| 5 | $G,\ n,\ P_h$ | $\frac{G^3 \cdot Q}{n^2 \cdot P_h^3}$ | $\frac{G \cdot D_s \cdot n}{P_h}$ | $\frac{G \cdot V}{P_h}$ | $\frac{P}{P_h}$ |
| 6 | $G,\ V,\ D_s$ | $\frac{D_s\ n}{V}$ | $\frac{Q}{V\ D_s}$ | $\frac{P}{G \cdot V}$ | $\frac{P_h}{G\ \cdot V}$ |
| 7 | $G,\ V,\ Q$ | $\frac{Q^{1/2} n}{V}$ | $\frac{D_s \cdot V^{1/2}}{Q^{1/2}}$ | $\frac{P}{G \cdot V}$ | $\frac{P_h}{G \cdot V}$ |
| 8 | $G,\ D_s,\ Q$ | $\frac{n \cdot D_s^3}{Q}$ | $\frac{V \cdot D_s^2}{Q}$ | $\frac{P \cdot D_s^2}{Q \cdot G}$ | $\frac{P_h \cdot D_s^2}{Q \cdot G}$ |
| 9 | $G,\ D_s,\ P$ | $\frac{G \cdot D_s \cdot n}{P}$ | $\frac{Q \cdot G}{D_s^2 \cdot P}$ | $\frac{V\ G}{P}$ | $\frac{P}{P_h}$ |
| 10 | $G,\ D_s,\ P_h$ | $\frac{G \cdot D_s \cdot n}{P_h}$ | $\frac{Q\ G}{D_s^2 \cdot P_h}$ | $\frac{V \cdot G}{P_h}$ | $\frac{P_h}{P}$ |
| 11 | $G,\ Q,\ P$ | $\frac{G^{3/2} \cdot Q^{1/2} \cdot n}{p^{3/2}}$ | $\frac{P^{1/2} \cdot D_s}{G^{1/2} \cdot Q^{1/2}}$ | $\frac{G \cdot V}{P}$ | $\frac{P_h}{P}$ |
| 12 | $G,\ Q,\ P_h$ | $\frac{G^{3/2} \cdot Q^{1/2} \cdot n}{P_h^{3/2}}$ | $\frac{P_h^{1/2} \cdot D_s}{G^{1/2} \cdot Q^{1/2}}$ | $\frac{G \cdot V}{P_h}$ | $\frac{P}{P_h}$ |
| 13 | $n,\ V,\ P$ | $\frac{G \cdot V}{V}$ | $\frac{n \cdot Q}{V^3}$ | $\frac{n \cdot D_c}{V}$ | $\frac{P_h}{P}$ |
| 14 | $n,\ V,\ P_h$ | $\frac{G \cdot V}{P_h}$ | $\frac{n \cdot Q}{V^3}$ | $\frac{n \cdot D_s}{V}$ | $\frac{P}{P_h}$ |
| 15 | $n,\ D_s,\ P$ | $\frac{G \cdot D_s \cdot n}{P}$ | $\frac{Q}{n \cdot D_s^3}$ | $\frac{V}{n \cdot D_s}$ | $\frac{P_h}{P}$ |
| 16 | $n,\ D_s,\ P_h$ | $\frac{G \cdot D_s \cdot n}{P_h}$ | $\frac{Q}{n \cdot D_s^3}$ | $\frac{V}{n \cdot D_s}$ | $\frac{P}{P_h}$ |
| 17 | $n,\ Q,\ P$ | $\frac{n^{2/3} \cdot Q^{1/3} \cdot G}{P}$ | $\frac{n^{1/3} \cdot D_s}{Q^{1/3}}$ | $\frac{n^{2/3} \cdot V}{Q^{1/3}}$ | $\frac{P_h}{P}$ |
| 18 | $n,\ Q,\ P_h$ | $\frac{Q^{1/3} \cdot G \cdot n^{2/3}}{P_h}$ | $\frac{n^{1/3} \cdot D_s}{Q^{1/3}}$ | $\frac{n^{2/3} \cdot V}{Q^{1/3}}$ | $\frac{P}{P_h}$ |
| 19 | $V,\ D,\ P_h$ | $\frac{G \cdot V}{P_h}$ | $\frac{n \cdot D_s}{V}$ | $\frac{Q}{D_s^2 \cdot V}$ | $\frac{P}{P_h}$ |
| 20 | $V,\ D,\ P_h$ | $\frac{G \cdot V}{P}$ | $\frac{n \cdot D_s}{V}$ | $\frac{Q}{D_s^2 \cdot V}$ | $\frac{P_h}{P}$ |
| 21 | $V,\ Q,\ P$ | $\frac{G \cdot V}{P}$ | $\frac{n \cdot Q^{1/2}}{V^{3/2}}$ | $\frac{D_s \cdot V^{1/2}}{Q^{1/2}}$ | $\frac{P_h}{P}$ |
| 22 | $V,\ Q,\ P_h$ | $\frac{G \cdot V}{P_h}$ | $\frac{n \cdot Q^{1/2}}{V^{3/2}}$ | $\frac{D_s \cdot V^{1/2}}{Q^{1/2}}$ | $\frac{P}{P_h}$ |
| 23 | $D_s,\ Q,\ P$ | $\frac{Q \cdot G}{P \cdot D_s}$ | $\frac{n \cdot D_s^3}{Q}$ | $\frac{V \cdot D_s^2}{Q}$ | $\frac{P_h}{P}$ |
| 24 | $D_s,\ Q,\ P_h$ | $\frac{Q \cdot G}{P_h \cdot D_s^2}$ | $\frac{n \cdot D_s^3}{Q}$ | $\frac{V \cdot D_s^2}{Q}$ | $\frac{P}{P_h}$ |

Pentru necunoscutele secundare, dintr-o infinitate de posibilităţi, s-a ales situaţia cînd ele au, succesiv, valorile zero şi unu, caz în care forma complecşilor adimensionali este cea mai simplă.

Stabilirea celui mai avantajos sistem de complecşi adimensionali nu se poate face după o regulă strictă. Pentru a stabili legătura între cei patru complecşi adimensionali, este necesar ca fiecare dintre ei să poată fi variat în mod experimental, pe rînd, în funcţie de o singură mărime fizică, în timp ce ceilalţi rămîn constanţi.

Este de remarcat că nu toate mărimile pot fi variate experimental, cu o aceeaşi uşurinţă.

Analiza efectuată asupra tabelei 2 a recomandat varianta 24, ca fiind cea mai avantajoasă şi aceasta este reprezentată prin :

$$\pi_i = \frac{Q \cdot G}{P \cdot D_s^2}; \quad \pi_j = \frac{n D_s^3}{Q}; \quad \pi_k = \frac{V D_s^2}{Q};$$

$$\pi_l = \frac{P_h}{P}, \tag{8}$$

căreia îi corespunde ecuaţia anterioară :

$$\varphi\left(\frac{Q \cdot G.}{P \cdot D_s^2}; \quad \frac{n \cdot D_s^3}{Q}; \quad \frac{V \cdot D_s^2}{Q}; \quad \frac{P_h}{P}\right) = 0. \tag{9}$$

Dintre mărimile fizice considerate, $P$ şi $P_h$ sînt variabile dependente de alte variabile şi anume :

$$\left.\begin{aligned} P &= f_1\,(G,\ n,\ D_s); \\ P_h &= f_2\,(G, n, Q, D_s), \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

funcţiile (10) putînd fi stabilite doar experimental. Această observaţie atrage atenţia că procesul dislocării mecanice la talpa sondei este un proces complex neliniar.

În ecuaţia (1) este cuprinsă şi mărimea fizică $V$, care caracterizează eficienţa procesului de dislocare şi care depinde în mod complex de celelalte mărimi considerate.

Experienţa de lucru a dovedit că se poate scrie :

$$\left.\begin{aligned} P &\simeq [C_0 + C_1\,(G \cdot n)]\ K_p \\ P_h &\simeq K_h\left(\frac{G}{D_s} \cdot n\right) \end{aligned}\right\} \tag{11}$$

în care caz :

$$\left.\begin{aligned} \pi_i &\simeq \frac{Q \cdot G}{[C_0 + C_1\ (G \cdot n)]\ D_s^2\ K_p} \\ \pi_j &= \frac{N \cdot D_s^3}{Q}; \\ \pi_k &= \frac{V \cdot D_s^2}{Q}; \\ \pi_l &\simeq \frac{K_h\left(\frac{G}{D_s} \cdot n\right)}{K_p\ [C_0 + C_1\ (G \cdot n)]} \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

Dacă se notează :

$$\left.\begin{aligned} \alpha_G &= \frac{G_n}{G_m}; \quad \alpha_n = \frac{n_n}{n_m}; \quad \alpha_Q = \frac{Q_n}{Q_m}; \\ \alpha_{D_s} &= \frac{D_{s_n}}{D_{s_m}}; \quad \alpha_v = \frac{V_n}{V_m}; \quad \alpha_p = \frac{P_n}{P_m}; \\ \alpha_{P_h} &= \frac{P_{h_n}}{P_{h_m}}, \end{aligned}\right\} \tag{13}$$

unde „$m$" şi „$n$" se referă la model şi, respectiv, prototip, rezultă legea modelului :

$$\left.\begin{aligned} \frac{\alpha_Q \cdot \alpha_G}{\alpha_P \cdot \alpha_{Ds}^2} &= 1; \quad \frac{\alpha_N \cdot \alpha_{Ds}^3}{\alpha_Q} = 1 \\ \frac{\alpha_V \cdot \alpha_{Ds}^2}{\alpha_Q} &= 1; \quad \frac{\alpha_{P_h}}{\alpha_P} = 1 \end{aligned}\right\} \tag{14}$$

Dacă se are în vedere numărul scărilor arbitrare ($r = 3$) şi care se aleg a fi :

$$\alpha_n = 1; \quad \alpha_{D_s} = X_{D_s}; \quad \alpha_Q = X_Q, \tag{15}$$

rezultă relaţiile între scări :

$$\frac{\alpha_G}{\alpha_P} = \frac{1}{X_{D_s}}; \quad \alpha_V = \alpha_{D_s}; \quad \alpha_P = \alpha_{P_h}; \quad X_Q = X_{Ds}^3 \tag{16}$$

care trebuie să asigure condiţiile de similitudine.

Conform teoremei $\pi$ din analiza dimensională [12], se acceptă posibilitatea scrierii relaţiei :

$$\pi_k = (C)\pi_i^{xi} \cdot \pi_j^{xj} \cdot \pi_l^{xl}, \tag{17}$$

unde ($C$) este o constantă adimensională a cărei valoare depinde de mărimile din grupele II şi III de mărimi caracteristice şi de altele care n-au fost considerate.

Exprimînd constanta (C) în funcţie de mărimile din grupa a II-a,

$$C = C_1^* \left(T^{m_1} \cdot \rho_r^{m_2} \cdot \rho_f^{m_3} \cdot \nu^{m_4} \cdot \tau_0^{m_5} \cdot \theta^{m_6} \cdot F^{m_7}\right)^{\alpha'_f} \quad (18)$$

prin analiza dimensională se stabileşte criteriul adimensional :

$$\pi_f = \frac{T \cdot \rho_f^2 \cdot \tau_0 \sqrt[3]{F}}{\eta^2 \cdot \sqrt{\rho_f \cdot \rho_r}} \quad (19)$$

şi :

$$C = C_1 \cdot \pi_f^{\alpha'_f} \quad (20)$$

Avînd în vedere caracteristicile constructive ale sapelor de foraj cu role şi rezultatele cercetărilor cu privire la influenţa acestora asupra procesului de dislocare [15, 16, 17, 18], se acceptă că timpul specific de contact caracterizează sapa [6, 7] şi este dat de relaţia,

$$\tau_c = \frac{60 \cdot d_r}{Z \cdot D_s \cdot n} \cdot \lambda \quad (21)$$

în care, exceptînd mărimea $n$, celelalte mărimi sînt caracteristici ale sapei.

Dacă din relaţia (21) se reţin doar mărimile caracteristice sapei, se obţine :

$$\pi_s = \frac{d_r \cdot \lambda}{Z \cdot D_s} \quad (22)$$

În acest mod se poate scrie, dacă se ţine seama de mărimile caracteristice din cele trei grupe evidenţiate (I, II, III), relaţia :

$$\pi_k = C_f \cdot \pi_s^{\alpha_s} \cdot \pi_f^{\alpha'_f} \cdot \pi_i^{x_i} \cdot \pi_j^{x_j} \cdot \pi_l^{x_l} \quad (23)$$

care reprezintă ecuaţia criterială complexă a procesului de dislocare la talpa sondei, constanta $C_f$ caracterizînd forabilitatea rocii.

## Cerinţele simulării procesului de dislocare

În raport cu legea modelului evidenţiată de relaţiile (14) şi în ipoteza efectuării încercărilor de laborator pe eşantioane de rocă scoase din formaţiunea geologică cercetată şi supusă unor solicitări identice celor din cîmpul natural (fig. 3), similitudinea geometrică a procesului de dislocare la talpa sondei, la lucrul cu sape cu role, trebuie realizată avînd în vedere condiţiile :

$$\left.\begin{aligned} \alpha_{D_s} &= X_{D_s}; \\ \alpha_n &= 1. \end{aligned}\right\} \quad (24)$$

Prima dintre condiţii ($\alpha_{D_s} = X_{D_s}$) se realizează avînd în vedere diametrele posibile ale eşantionului de rocă şi raportul necesar dintre această dimensiune şi diametrul instrumentului de dislocare. Analiza posibilităţilor tehnice şi economice a determinat alegerea dimensiunii

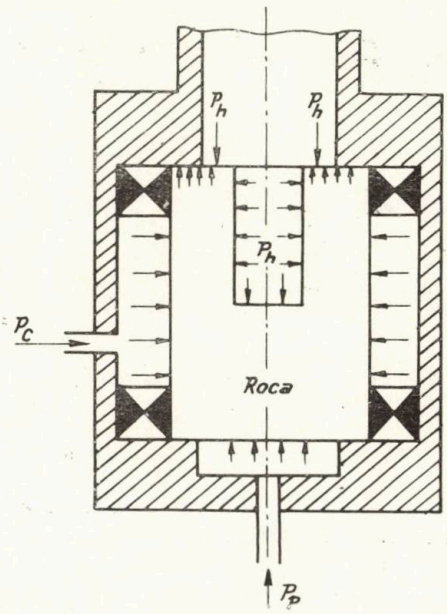



Fig. 3. Schema fixării eşantionului de rocă în celula de dislocare :

$p_c$ — presiunea echivalentă presiunii radiale ; $p_h$ — presiunea hidraulică pe talpa sondei ; $p_p$ — presiunea echivalentă presiunii din pori.

de 31,75 mm, pentru diametrul instrumentului model.

Respectarea condiţiei a doua ($\alpha_n = 1$) impune ca microsapa să fie model iconic al sapelor prototip (—dimensiunile liniare reduse la scara $\alpha_{D_s}$ ; — aceeaşi formă geometrică generală ; — aceeaşi distribuţie a elementelor active ; — aceeaşi formă a elementelor active).

Astfel că, în contextul ipotezelor dezvoltate, pentru a simula procesul de dislocare, rezultă următoarele cerinţe :

— simularea condiţiilor şi a stării de solicitare ;

— modelarea geometrică a instrumentului de dislocare ;

— realizarea dislocării în condiţii de regim impuse de legea modelului (relaţiile între scări).

## Verificarea experimentală a legii modelului

În contextul cerinţelor simulării procesului, s-a realizat o instalaţie corespunzătoare [1] pe care s-au făcut încercările din programul de verificare a legii modelului.

Cercetările efectuate, după un program indirect de verificare a legii modelului (un program direct era foarte costisitor), au dovedit că valoarea capacităţii Bingham a sapelor (fig. 4) care este dată de relaţia :

$$K_s = m_c \cdot \sqrt{\frac{G_c}{D_s}}, \quad (25)$$

se află în raport constant pe prototip față de model, cu o eroare relativă, practic, acceptabilă ( sub $\pm$ 10%); valoarea medie a acestui raport

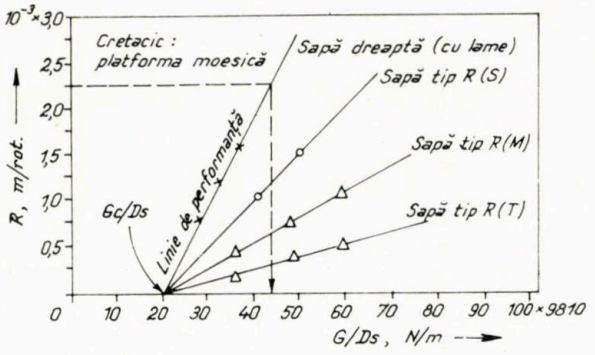



Fig. 4. $R = f\left(\frac{G}{D_s}\right)$ — caracterizarea Bingham a procesului de dislocare :
$R$ — viteza de penetrare; $G/D_s$ — apăsarea specifică.

este $\alpha_{Ks} = 4{,}43$, tabela 3 prezentînd o serie de rezultate experimentale.

TABELA 3

| Nr. crt. | Tipul sapei | Locul experimentului | Tipul rocii | $K_s$ $(m^3/kgf)^{1/2}$ | *) $\alpha_{Ks}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | m R 10 S | Laborator | A | $3{,}360.10^{-6}$ | 4,7 |
| 2 | m R 10 M | Laborator | A | $1{,}680.10^{-6}$ | 4,27 |
| 3 | m R 10TA | Laborator | A | $1{,}063.10^{-6}$ | 4,70 |
| 4 | m R 10 S | Laborator | $D_1$ | $3{,}040.10^{-6}$ | 4,62 |
| 5 | m R 10 M | Laborator | $D_1$ | $1{,}750.10^{-6}$ | 3,99 |
| 6 | m R 10TA | Laborator | $D_1$ | $1{,}050.10^{-6}$ | 4,76 |
| 7 | m R 10 S | Laborator | ,,1'' | $3{,}090.10^{-6}$ | 4,53 |
| 8 | m R 10TA | Laborator | E | $1{,}082.10^{-6}$ | 4,62 |
| 9 | m R 10 M | Laborator | $B_1$ | $1{,}670.10^{-6}$ | 4,20 |

*$\alpha_{ks}$ = 4,43; Eroare relativă : $\pm$ 2,06%

În contextul concluziilor ce există [12], că valoarea $G_c/D_s$ nu depinde de diametrul sapei, rezultă că panta liniei de performanță ($m_c$), pe prototip și pe model, se află în raportul de scară al capacităților sapelor, adică :

$$\alpha_{m_c} = \alpha_{Ks} = 4{,}43 \qquad (26)$$

ceea ce permite să se scrie relația de transferare a rezultatelor obținute în laborator, pe model, la prototipul care este sonda :

$$R_n = 4{,}43 \, . \, R_m \qquad (27)$$

Ca urmare a concluziilor obținute, rezultă că legea modelului pentru procesul dislocării la talpa sondei este dată de relațiile :

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\alpha_Q}{\alpha_p \cdot \alpha_{D_s}^{0.46}} = 1\,; \quad \frac{\alpha_n \cdot \alpha_{D_s}^{2.19}}{\alpha_Q} = 1\,; \\ &\frac{\alpha_v \cdot \alpha_{D_s}^{1.46}}{\alpha_Q} = 1\,; \quad \alpha_{Ph} = \alpha_P \end{aligned}\right\} \qquad (28)$$

și cînd $\alpha_n = 1$.

$$\alpha_Q = \alpha_{D_s}^{2,19}\,; \quad \alpha_{Ph} = \alpha_P = \alpha_{D_s}^{1,73}\,; \quad \alpha_V = \alpha_{D_s}^{0,73} \qquad (29)$$

Legea modelului, exprimată prin relațiile (28) sau relațiile (29), permite să se transfere rezultatele cercetării procesului de dislocare, de pe model la prototip, ceea ce înseamnă că încercările de laborator pot fi utilizate ca mijloc de alegere a soluțiilor optime în forajul sondelor.

Se reprezintă rezultatele de laborator în coordonate rectangulare (fig. 5), astfel că se obțin funcțiile :

$$\left.\begin{aligned} P_m &= f_1\left(\frac{G}{D_s},\ n\right); \\ P_{h_m} &= f_2\left(\frac{G}{D_s},\ n\right); \\ R_m &= f_3\left(\frac{G}{D_s},\ n\right), \end{aligned}\right\} \qquad (30)$$

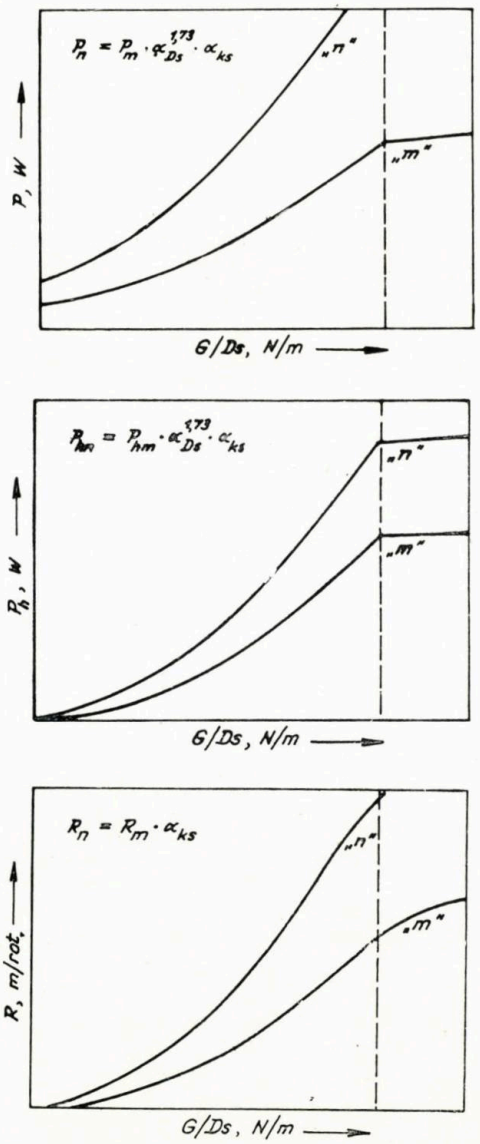



Fig. 5. Transferarea rezultatelor de laborator obținute pe model, la prototip (sondă).

care se transferă apoi în condițiile prototipului, aplicînd relațiile corespunzătoare ce rezultă din legea modelului, corectată și completată, ca urmare a verificării experimentale, și anume :

$$\left.\begin{aligned} P_n &= P_m \cdot \alpha_{D_s}^{1.73} \cdot \alpha_{k_s}; \\ P_{h_n} &= P_{h_m} \cdot \alpha_{D_s}^{1.73} \cdot \alpha_{k_s}; \\ R_n &= R_m \cdot \alpha_{k_s} \end{aligned}\right\} \qquad (31)$$

## Concluzii

Metodele analizei dimensionale aplicate pentru studiul analitic al procesului de dislocare au permis stabilirea legii modelului, lege pe baza căreia s-a putut realiza o instalație de laborator care simulează forajul în condițiile de la talpa sondelor.

Pentru transferarea rezultatelor cercetărilor de dislocare efectuate pe model, la prototip, cu aproximație tehnică corespunzătoare, se folosesc relațiile :

$$P_n = P_m \cdot \alpha_{D_s}^{1.73} \cdot \alpha_{k_s};$$

$$P_{h_n} = P_{k_m} \cdot \alpha_{D_s}^{1.73} \cdot \alpha_{k_s};$$

$$R_n = R_m \cdot \alpha_{k_s}$$

S-a dovedit încă o dată că, la procesele foarte complexe, este posibilă abordarea studiului analitic prin metodele analizei dimensionale care permit orientarea realizării de aparatură experimentală, legea modelului inițial stabilită putînd fi corectată, ca urmare a verificărilor experimentale ce se fac ulterior.

### NOTAȚII

$G$ — apăsarea pe sapă ;
$n$ — viteza de rotație a sapei ;
$Q$ — debitul fluidului circulat ;
$D_s$ — diametrul sapei ;
$V$ — viteza mecanică de avansare ;
$P$ — puterea mecanică de dislocare ;
$P_h$ — puterea hidraulică la sapă ;
$C_p^r$, $C_q^r$ — combinări de $p$, respectiv $q$, mărimi luate cîte $r$ ;
$U$ — combinații de mărimi care au determinanții minori ai matricelor dimensionale, nuli ;
$p$ — numărul mărimilor fizice luate în considerație la caracterizarea procesului ;
$q$ — numărul mărimilor fundamentale din sistemul de unități ;
$r$ — rangul matricei dimensionale ;
$x_i, (i = 1, 2...7)$ — exponenții variabilelor care reprezintă mărimile fizice caracteristice, în formula unică a procesului ;
Y — numărul formelor reale de scriere a combinațiilor mărimilor fizice ;
$C_0$, $C_1$ — coeficienți experimentali ;
$K_p$, $K_h$ — factori experimentali ;
$\pi_{i,j,k,l,f,s}$ — complecși adimensionali ;
$\alpha_i (i = G, n, Q, D_s, V, P, P_h, k_s)$ — scara mărimii considerate ;
$C$, $C_1^*$, $C_f$ — constante de proporționalitate ;
$T$ — turta fluidului de foraj ;
$\rho_f$ — densitatea fluidului ;
$\rho_r$ — conținutul de solide ;
$\nu$ — viscozitatea cinematică ;
$\theta$ — temperatura ;
$F$ — filtrația fluidului ;
$\eta$ — viscozitatea plastică ;
$\tau_0$ — tensiunea dinamică de forfecare ;
$Z$ — numărul de dinți pe coroana exterioară a conului sapei ;
$d_r$ — diametrul maxim al rolei ;
$\lambda$ — factorul alunecării pe talpă ;
$\alpha_s$, $\alpha_f'$, $x_i$, $x_j$, $x_1$ — exponenți ;
$G_c/D_s$ — intersecția în reprezentarea Bingham, $R\ (G/D_s)$ ;
$m_c$ — panta liniei de performanță în reprezentarea Bingham, $R\ (G/D_s)$ ;
$K_s$ — capacitatea Bingham a sapelor cu role ;
$R$ — viteza de penetrare ;
$n$, $m$ — ca indice, prototip și, respectiv, model.

### BIBLIOGRAFIE


1. Tatu, Gr. Te 29/1972, ICPTG — Cîmpina.
2. Vladislavlev, V. S. Modelirovanie rabotî dolota na zaboe. Neft. Hoz. nr. 9, 1959.
3. Barenblat, G. I. O statia V. S. Vladislavlev. Modelirovanie rabotî dolota na zoboe. Neft. Hoz., nr. 11, 1960.
4. Hartman, H. L. The simulation of percusion drilling in the laboratory by indexed. Blow studies. SPEJ, sept. 1963.
5. Schilson, R. E. Method of similarity. J.P.T, aug. 1964.
6. Simoneant, L. E. Razrusenie gornih parod i raționalinaia haracteristica dvigatelei dlea burenia. Izd-vo „Nedra" 1966.
7. Jlobinski, R. A. Dinamiceskoe razrușenoe gornih parod pri vdalivanii. Izd-vo „Nedra", 1970.
8. Eigeles, R. M. O nekatorih zakonomernosteah dinamiceskogo vnedrenia zubev dolot v paroda. Neft. Hoz. nr. 8, 1956.
9. Abramov, J. A. Trudî VNIIBT, *IV*, 1962.
10. Cunningham, R. A. and co. Trans AIME, 216, 1959.
11. Feenstra, R., Lecuwen Van JPT feb. 1962.
12. Bingham, M. G. A new approach to interpreting rock drillability. The Petroleum Publ. Co. First publisching, april. 1965.
13. Tatu, Gr. Teză de doctorat, I.P.G.G. București, 1971.
14. Vasilescu, Al. A. Analiza dimensională și teoria similitudinii. Editura Academiei R.S.R., București, 1969.
15. Corneev, K. E. și Palii, P. A. Buravie dolota Izd-vo „Nedra", 1965.
16. Constantinescu, D. și Mereanu, N. V. Sape de foraj. Editura tehnică, București, 1970.
17. Abdulzade, A. M. Rezultatî ispîtania trehsarosecinîh dolot o bolșoi scalivaiuscei rabotî dolota. NTS Burenie, nr. 7, 1966.
18. Abdulzade, A. M., Abasov, I. K. O vlianie smeșcenia osei șarosek na áfectivnosti robotî dolota. Nefti i Gaz nr. 3, 1967.

# Metode de combatere a pierderilor de circulaţie la forajul sondelor

C. Buzata

În procesul de foraj, pe unele structuri, datorită condiţiilor geologo-fizice ale formaţiunilor traversate, apar pierderi totale sau parţiale de circulaţie a fluidelor de foraj. Aceste pierderi, în unele cazuri, produc dificultăţi importante, unele din ele soluţionîndu-se cu greutăţi foarte mari.

Pierderile de circulaţie în timpul forajului sondelor pot avea consecinţe şi complicaţii din care se citează : (a) prinderea garniturii de foraj, (b) manifestarea sondei prin erupţia liberă; (c) creşterea cheltuielilor de foraj etc.

În cele ce urmează, se redă experienţa dobîndită de autor, în problema combaterii pierderilor de circulaţie la forajul sondelor, experienţă dobîndită în activitatea Combinatului Petrolului-Piteşti.

Combaterea pierderilor de circulaţie s-a făcut cu un amestec din pastă de ciment şi ipsos. Caracteristicile amestecurilor folosite sînt redate în tabela 1.

TABELA 1

**Caracteristicile amestecului de pastă de ciment cu 3,4 şi 5% ipsos în greutate**

| Materiale | Varianta I | Varianta II-a | Varianta III-a |
|---|---|---|---|
| Ipsos, kg | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| Ciment, kg | 5 | 5 | 5 |
| Apă, l | 3 | 3 | 3 |
| Greutatea specifică a amestecului, kgf/dm³ | 1,68 | 1,68 | 1,68 |
| Pompabilitatea amestecului după două ore de agitaţie | Amestec pompabil | Amestec pompabil | Amestec pompabil |
| Începutul de priză după oprirea agitaţiei, min. | 25 | 15 | 10 |
| Timpul de sfîrşit de priză, min. | 30 | 25 | 20 |

Operaţiunile de combatere a pierderilor de circulaţie folosind un amestec de pastă de ciment şi ipsos s-a făcut la mai multe sonde de pe structurile Braniştе şi Glogoveanu, care prezentau pierderi totale de circulaţie la adîncimile de 1000 şi respectiv 570 m. În habele montate la sonde, s-a preparat, din 5 tone de ciment de sondă, o pastă cu greutatea specifică de 1,68 kgf/dm³, în care s-a adăugat ipsos în fir subţire urmărindu-se să se obţină un amestec omogen şi care să nu depună pe fundul habelor. Amestecul omogen s-a realizat cu ajutorul agregatelor de cimentare şi manual.

Operaţiunile la sonde s-au desfăşurat după cum urmează :

Prin prăjinile de foraj, cu sapa fixată la talpa sondei, sub zona de pierdere a circulaţiei, s-a pompat un dop de 1000—2000 l apă, după care s-a introdus amestecul de pastă de ciment cu ipsos. După amestec, s-a pompat un nou dop de apă de 1000—2000 l. În aceste condiţii, o parte din amestec a intrat în formaţiunea în care avea loc pierderea de circulaţie, iar o parte a rămas în gaura de sondă. Calculul cantităţii de noroi s-a făcut pentru fiecare sondă în parte, în funcţie de caracteristicile tehnice existente.

În timpul pompării amestecului, pentru a se menţine pompabilitatea acestuia, garnitura de foraj s-a rotit continuu. La terminarea operaţiei de pompare, s-a extras o lungime din garnitura de foraj, egală cu de două ori lungimea teoretică a dopului format în sondă de către amestecul de pastă de ciment cu ipsos, deşurubînd şi rotind masa.

După 20 ore de priză, s-a controlat oglinda de ciment cu garnitura de foraj, iar după 30 ore, s-a frezat dopul de ciment cu circulaţia normală.

Închiderea zonei de pierdere de circulaţie se poate face în mai multe etape, de fiecare dată săpîndu-se cu circulaţie pierdută un interval de gaură cît mai mare posibil. Lungimea intervalului depinde de : coeficientul de forabilitate al rocilor; intensitatea pierderilor de circulaţie; buna funcţionare a instalaţiei de prevenire a erupţiei; pregătirea brigăzii de foraj; riscul pe care şi-l asumă operatorul. În aceste condiţii se sapă 3, 6 sau 9 m cu sapa fără duze, după care, cu sapa la talpa sondei, se trece la operaţiunea de combatere a pierderii de circulaţie descrisă mai sus.

### Combaterea pierderilor totale de circulaţie folosindu-se un amestec format din pastă de ciment şi detritusul rezultat în timpul forajului

Combaterea pierderilor totale de circulaţie s-a efectuat cu succes la sonde cu adîncimi între 1000 şi 2000 m. Operaţiunea a decurs după cum urmează :

— S-a pregătit, cu ajutorul agregatelor de cimentare, o pastă de ciment cu greutatea specifică de 2 $\sim$ 2,2 kgf/dm$^3$.

— S-a săpat un interval de 3—6 m în zona de pierderi, folosindu-se o sapă fără duze, cu un debit redus de circulaţie sau cu circulaţia pierdută[1]. Intervalul săpat depinde de natura formaţiunilor traversate.

— În timp ce se sapă intervalul menţionat, prin prăjini s-au pompat : un dop de apă de 3000 l pentru a se evita contactul noroiului cu pasta de ciment şi pentru a se spăla pereţii găurii de sondă; un dop de pastă de ciment, al cărui volum a fost calculat în prealabil pentru condiţiile geologo-tehnice ale sondei; un dop de apă, egal cu volumul interior a 100 m de prăjini de foraj; un dop de noroi de foraj pentru împingerea pastei de ciment în formaţiunea cu pierderi.

— S-a extras cu rotaţie o lungime de garnitură de prăjini de foraj, egală cu de două ori şi jumătate lungimea teoretică a dopului de ciment care s-ar putea obţine în gaura de sondă deşurubînd cu masa.

— S-a controlat oglinda după 20 de ore, iar după 30 de ore s-a reluat forajul.

Din măsurătorile efectuate, a rezultat că 0,5 pînă la 0,75 din volumul pastei de ciment pătrunde în formaţiunea cu pierderi.

Astfel de operaţiuni s-au efectuat pe structurile Ciureşti, Glogoveanu şi Oporelu. Metodele de combatere a pierderilor de circulaţie redate mai sus au dus la rezultate deosebite concretizate prin atingerea obiectivului final al forajului şi reducerea cheltuielilor de foraj.

[1] Autorul menţionează că în perioada 1956—1957, la Anina, în colaborare cu geologul C. Oarcea, a realizat un foraj (cu circulaţie pierdută), urmat de un carotaj mecanic uscat pe o lungime de 77 m.

# Evacuarea detritusului din sondă

I. Creţu

Fluidul de circulaţie antrenează fragmentele de rocă de la talpa sondei şi le transportă, în mişcarea sa ascendentă prin spaţiul inelar, la suprafaţa terestră.

Capacitatea de ridicare a detritusului de către fluidul de circulaţie a fost abordată din punct de vedere ştiinţific, începînd cu anul 1948, cînd s-au introdus sapele cu jet şi s-a dezvoltat hidraulica acestor sape.

Prin cercetări experimentale, s-a stabilit că particulele de rocă de dimensiuni normale pot fi evacuate cu apă la o viteză minimă în spaţiul inelar de 0,61 m/s sau cu gaze (aer), la viteza minimă de 15,3 m/s.

Aceste viteze minime ale fuidelor de circulaţie sînt orientative. Pentru fiecare caz în parte, este posibil să se stabilească viteza fluidului necesară evacuării detritusului, luînd în consideraţie proprietăţile fizice ale fluidului şi ale particulelor solide, forma şi dimensiunile particulelor şi unele caracteristici ale mişcării fluidului.

La baza rezolvării problemei evacuării detritusului stă conceptul de viteză de alunecare. În acest sens, transportul detritusului de către curentul ascendent se studiază analizîndu-se mişcarea individuală a particulelor solide într-un fluid. Prin viteză de alunecare se înţelege viteza de cădere relativă a particulei solide, sub acţiunea gravitaţiei, în curentul ascendent de fluid.

Cercetările teoretice şi experimentale arată că viteza de alunecare este aproximativ aceeaşi în fluidul în mişcare laminară, ca şi în fluidul în repaus. Deci, viteza de cădere a unei particule într-un vas cu lichid în repaus constituie viteza de alunecare a particulei în curentul ascendent laminar al fluidului respectiv.

Condiţia de ridicare a particulei de rocă cere, evident, ca viteza fluidului în spaţiul inelar să fie mai mare decît viteza de alunecare, adică :

$$v_f > v_a \tag{1}$$

Deoarece viteza fluidului în spaţiul inelar este o mărime potenţial realizabilă potrivit cerinţelor relaţiei (1), capacitatea de ridicare a detritusului este determinată de viteza de alunecare.

Deci, pentru realizarea evacuării detritusului trebuie calculată viteza de alunecare şi trebuie creată o presiune la pompele sistemului de circulaţie, presiune care să asigure în spaţiul inelar o viteză a fluidului conform relaţiei (1), aplicată celor mai grele particule. Viteza de ridicare a unei particule este, în acest fel, dată de relaţia :

$$v_p = v_f - v_a. \tag{2}$$

Pe de altă parte, viteza de ridicare a particulei trebuie să aibă o valoare care să satisfacă ritmul de producere a detritusului, adică să se afle într-o anumită relaţie cu viteza de foraj, astfel încît să nu se producă o acumulare de detritus care să poată produce dificultăţi în sondă.

Avînd în vedere că transportul detritusului în spaţiul inelar depinde de tipul fluidului de circulaţie, ne vom referi, pe rînd, la evacuarea detritusului cu lichide newtoniene (apă), cu lichide vîscoplastice (nenewtoniene) şi cu gaze (aer).

### A. Evacuarea detritusului la forajul cu lichide newtoniene (apă)

Pentru stabilirea vitezei de alunecare, se consideră că particula cade în lichid în repaus şi se apelează la condiţia de echilibru a forţei de inerţie cu : greutatea particulei, forţa de flotabilitate şi rezistenţa la înaintare a particulei în fluid, scrisă sub forma :

$$m_p a = m_p g - m_f g - R. \tag{3}$$

Ţinînd seama că rezistenţa la înaintare a particulei în fluid are expresia :

$$R_p = C\ A \frac{\rho_f v^2_a}{2}, \tag{4}$$

iar căderea particulei în lichid devine staţionară (adică acceleraţia devine zero), după o distanţă relativ mică, din relaţiile (3) şi (4) se obţine, pentru viteza de alunecare, formula :

$$v_a = \left[ \frac{2g(m_p - m_f)}{\rho_f\ A\ C} \right]^{1/2} \tag{5}$$

În relaţia (3), s-au neglijat efectele de capăt. Pentru particulă sferică $A = \frac{\pi d_p^2}{4} m_p - m_f = \frac{\pi}{6} d_p^3 (\rho_p - \rho_f)$ şi formula (5) devine :

$$v_a = \left[ \frac{4 g d_p (\rho_p - \rho_f)}{3 C \rho_f} \right]^{1/2} \quad (6)$$

Particula de forma unui disc, care are $0{,}3 \leqslant \frac{t}{d_p} \leqslant 0{,}8$, se orientează cu normala feţei discului pe direcţia mişcării. Ei îi corespunde $A = -\frac{\pi d_p^2}{4}$, $m_p - m_f = \frac{\pi d_p^2}{4} t (\rho_p - \rho_f)$ şi relaţia (5) îmbracă forma :

$$v_a = \left[ \frac{2 g t (\rho_p - \rho_f)}{C \rho_f} \right]^{1/2}. \quad (7)$$

Dacă $\frac{t}{d_p} > 0{,}8$, particula se orientează cu faţa discului pe direcţia mişcării. În acest caz, $A = t d_p$, $m_p - m_f = \frac{\pi d_p^2 t}{4} (\rho_p - \rho_f)$ şi formula (5) se particularizează astfel :

$$v_a = \left[ \frac{\pi g d_p (\rho_p - \rho_f)}{2 C \rho_f} \right]^{1/2}. \quad (8)$$

Cînd $\frac{t}{d_p} < 0{,}3$, particula disc are orientarea în permanentă schimbare.

Viteza de alunecare a unei particule de formă oarecare se poate calcula, aproximativ, cu relaţia (6), folosind diametrul echivalent definit relativ la sferă, sub forma :

$$d_e = \left( \frac{6 V_p}{\pi} \right)^{1/3} \quad (9)$$

sau utilizînd valorile obţinute pentru $C$ din datele experimentale.

Coeficientul de rezistenţă la înaintare este o funcţie de numărul Reynolds, definit pentru particulă astfel :

$$Re = \frac{\rho_f v_a d_p}{\mu_f}. \quad (10)$$

Graficele funcţiei $C = C\ (Re)$, obţinute pe baza cercetărilor teoretice şi experimentale pentru particule sferice şi pentru particule de forma unui disc [1, 4] sînt prezentate în figura 1.

Referindu-se la graficul lui $C$ pentru particula sferică se remarcă : zona corespunzătoare legii lui Stokes ; zona intermediară şi zona corespunzătoare legii lui Newton.

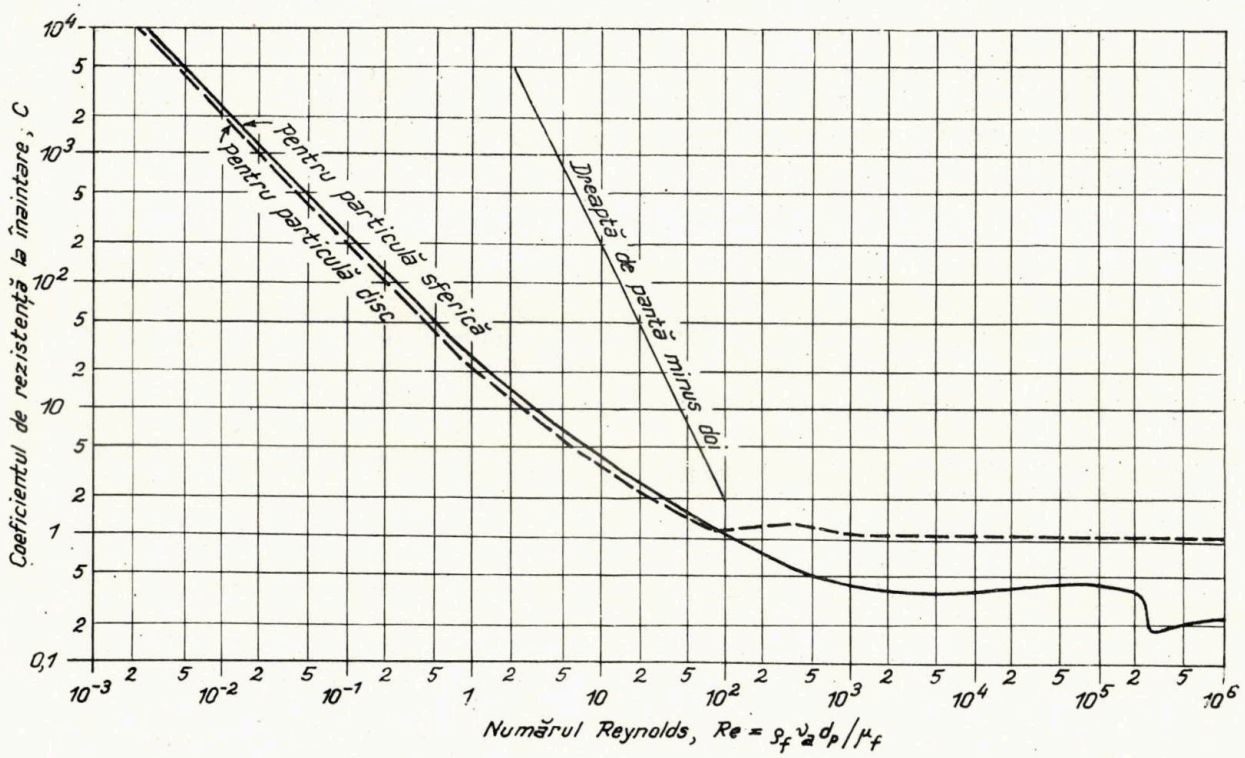



Fig. 1.

Zona corespunzătoare legii lui Stokes constă dintr-o linie dreapta de pantă minus unu şi este definită de relaţia :

$$C = \frac{24}{\mathrm{Re}} \text{ pentru } \mathrm{Re} < 0{,}1. \qquad (11)$$

Pentru $\mathrm{Re} > 0{,}1$, graficul respectiv este rezultatul cercetărilor experimentale. În mod aproximativ, zona intermediară se defineşte sub forma :

$$C = \frac{18{,}5}{\mathrm{Re}^{0{,}6}}, \; 2 \leqslant \mathrm{Re} \leqslant 5 \cdot 10^2. \qquad (12)$$

Pentru $0{,}1 < \mathrm{Re} < 2$, această relaţie este mai puţin exactă decît legea lui Stokes (relaţia (11)).

Legea lui Newton constă în proporţionalitatea aproximativă a rezistenţei la înaintare cu pătratul vitezei, adică în constanţa aproximativă a coeficientului $C$. Zona corespunzătoare acestei legi se defineşte, aproximativ, sub forma :

$$C = 0{,}44 \; 5 \cdot 10^2 < \mathrm{Re} \leqslant 2 \cdot 10^5. \qquad (13)$$

Graficele prezentate în figura 1 corespund căderii particulei într-un lichid newtonian în repaus sau în mişcare laminară, parţial turbulentă în jurul particulei.

Cînd mişcarea fluidului este turbulentă, mecanismul prin care fluidul transferă o parte din energie particulei este necunoscut.

Viteza de alunecare a particulei mai poate fi afectată de variaţia diametrului sondei, de poziţia prăjinilor de foraj în sondă, de distribuţia vitezei în spaţiul inelar, de agitaţia fluidului creată de rotirea prăjinilor etc. Influenţa acestor factori asupra mărimii $v_a$ se omite.

Dacă particula se supune legii lui Stokes, viteza sa de alunecare este dată de relaţia :

$$v_a = \frac{g d_p^2 (\rho_p - \rho_f)}{18 \mu_f}, \qquad (14)$$

obţinută prin introducerea expresiei (11) în formula (6).

Pentru $\mathrm{Re} > 0{,}1$, calculul vitezei de alunecare a particulei sferice cu ajutorul relaţiei (6) şi al graficului din figura 1 necesită cunoaşterea valorii lui Re. Pe de altă parte, calculul lui Re presupune cunoaşterea valorii vitezei de alunecare. Ieşirea din acest impas se realizează eliminînd între relaţiile (6) şi (10) viteza $v_a$. Rezultă astfel :

$$C = \frac{4 g d_p^3 \rho_f (\rho_p - \rho_f)}{3 \mu_f^2 \mathrm{Re}^2}$$

sau :

$$\log C = -2 \log \mathrm{Re} + \log \frac{4 g d_p^3 \rho_f (\rho_p - \rho_f)}{3 \mu_f^2}, \qquad (15)$$

ceea ce reprezintă, în sistemul de coordonate din figura 1, ecuaţia unei drepte de pantă minus doi. Dînd lui Re o valoare oarecare, se obţine din relaţia (15), valoarea lui $C$. Această pereche de valori defineşte în figura 1 un punct prin care, ducîndu-se o dreaptă de pantă minus doi, se obţine, ca ordonată a punctului de intersecţie a dreptei cu graficul aferent particulei sferice, valoarea lui $C$, care, introdusă în relaţia (6), permite calculul vitezei de alunecare.

Măsurătorile experimentale au arătat că viteza de alunecare este mai mare în mişcarea turbulentă decît în mişcarea laminară a aceluiaşi fluid.

Cercetări experimentale, efectuate cu aer, ca mediu de liftare, au dus, pentru $C$ în mişcarea turbulentă, la valorile $C = 0{,}805$ pentru gresie şi $C = 1{,}41$ pentru calcar şi marne [4].

Pentru ilustrarea calculului vitezei de alunecare, prezentăm exemple de calcul.

*Exemplu 1.* Considerînd că fluidul de circulaţie este apa, a cărei mişcare în spaţiul inelar este laminară, şi cunoscînd mărimile : $\rho_p = 265$ kgf·s²/m⁴; $\rho_f = 101{,}7$ kgf·s²/m⁴; $\mu_f = 102 \cdot 10^{-6}$ kgf·s/m², se cere să se determine viteza de alunecare a particulei sferice de diametru $d_p = 0{,}64$ cm.

Se introduc datele în relaţia (15) şi se obţine :

$$\log C = -2 \log \mathrm{Re} + \log \frac{4 \cdot 9{,}81 \cdot 6{,}4^3 \cdot 10^{-9} \cdot 101{,}7 \, (265 - 101{,}7)}{3 \cdot 102 \cdot 10^{-12}} =$$

$$= -2 \log \mathrm{Re} + 6{,}74.$$

Se presupune $\mathrm{Re} = 1000$ şi rezultă $\log C = -6 + 6{,}74 = 0{,}74$, adică $C = 5{,}5$.

În figura 1 se duce, prin punctul de coordonate $\mathrm{Re} = 1000$, $C = 5{,}5$ o dreaptă de pantă minus doi. Punctul de intersecţie al acestei drepte cu curba corespunzătoare particulei sferice are abscisa, soluţie a problemei, $\mathrm{Re} = 3400$. Din relaţia (10), se obţine :

$$v_a = \frac{\mathrm{Re} \, \mu_f}{\rho_f d_p} = \frac{3400 \cdot 102 \cdot 10^{-6}}{101{,}7 \cdot 6{,}4 \cdot 10^{-3}} = 0{,}533 \text{ m/s}.$$

Se observă că punctul de abscisă $\mathrm{Re} = 3400$ aparţine zonei legii lui Newton (relaţia (13)). Ca urmare viteza $v_a$ se poate calcula şi din relaţia (6), introducînd $C = 0{,}44$. Procedînd astfel, se obţine $v_a = 0{,}553$ m/s.

*Exemplu 2.* Considerînd aceleaşi date ca la emplu 1, se cere să se calculeze viteza de necare pentru o particulă disc, ce are diatrul $d_p = 0{,}64$ cm şi grosimea $t = 0{,}426$ cm.

Deoarece $\frac{t}{d_p} = 0{,}666$, pentru calculul vitezei alunecare se aplică formula (7).

Eliminînd între relaţiile (7) şi (10) mărimea se obţine formula :

$$C = \frac{2gtd_p^2(\rho_p - \rho_f)\rho_f}{\mu_f^2 \mathrm{Re}^2},$$

re, după logaritmare, devine :

$$\lg C = -2\log \mathrm{Re} + \log \frac{2gtd_p^2(\rho_p - \rho_f)\rho_f}{\mu_f^2}. \quad (16)$$

Cu datele problemei, relaţia (16) capătă rma :

$$\log C = -2\log \mathrm{Re} + 6{,}74$$

i pentru $\mathrm{Re} = 1000$ duce la $\log C = 0{,}74$, espectiv $C = 5{,}5$.

Prin punctul de coordonate $\mathrm{Re} = 1000$, $C = 5{,}5$ se trasează în figura 1 dreapta de pantă inus doi şi se obţine punctul de intersecţie u curba corespunzătoare particulei disc. Ordonata acestui punct fiind $C = 1{,}1$, din formula (7) se obţine :

$$v_a = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}426(265 - 101{,}7)}{1{,}1 \cdot 101{,}7} = 3{,}55 \text{ m/s}.$$

Pe de altă parte, folosind abscisa punctului de intersecţie ($\mathrm{Re} = 2300$) şi ţinînd seama că în baza relaţiei (9) se poate scrie :

$$d_e = \left(\frac{6}{\pi}\frac{\pi d_p^2}{4}t\right) = \left(\frac{2}{3}d_p^2 \cdot 0{,}666\, d_p\right)^{1/3} = d_p,$$

din relaţia (10) rezultă :

$$v_a = \frac{\mathrm{Re}\,\mu}{d_e \rho_f} = \frac{2300 \cdot 102 \cdot 10^{-6}}{6{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot 101{,}7} = 0{,}36 \text{ m/s}.$$

**B. Evacuarea detritusului la forajul cu lichide vîscoplastice (nenewtoniene)**

Fluidele vîscoplastice se comportă în mişcarea laminară, de regulă, potrivit legii lui Bingham sau legii de putere [1, 2].

În general, mişcarea lichidelor în spaţiul inelar este laminară.

Pentru calculul vitezei de alunecare a particulei în lichid binghamian, aflat în mişcare laminară, se aplică formulele utilizate în cazul lichidelor newtoniene, în care se introduce o viscozitate echivalentă.

Expresia viscozităţii echivalente se obţine egalînd căderea de presiune într-un curent de lichid newtonian în mişcarea laminară în tub circular (formula Hagen-Poiseuille) cu cea corespunzătoare mişcării laminare a lichidului binghamian [3] în tubul respectiv, adică :

$$\frac{32\,\mu_e l v_f}{d_i^2} = \frac{32\,\mu_f l v_f}{d_i^2}\left(1 + \frac{\tau_0 d_i}{6\,\mu_f v_f}\right)$$

sau după simplificări :

$$\mu_e = \mu_f + \frac{\tau_0 d_i}{6\,v_f}. \quad (17)$$

Deoarece mişcarea lichidului are loc în spaţiul inelar, în formula (17) se foloseşte raza hidraulică. Se introduce astfel, $d_i = 4R_h = D - d$ şi relaţia (17) devine :

$$\mu_e = \mu_f + \frac{\tau_0(D - d)}{6v_f}. \quad (18)$$

În calculul vitezei de alunecare a particulei în curent turbulent se adoptă, pentru coeficientul de rezistenţă la înaintare, valorile $C = 0{,}805$ pentru gresie şi $C = 1{,}41$ pentru calcar şi marne.

*Exemplu 1.* Se consideră mişcarea laminară a unui lichid binghamian în spaţiul inelar. Considerîndu-se : $\rho_p = 265$ kgf·s²/m⁴; $\mu_f = 1{,}02 \cdot 10^{-3}$ kgf·s/m²; $\rho_f = 122{,}3$ kgf·s²/m⁴; $\tau_0 = 24{,}55 \cdot 10^{-6}$ kgf/cm²; $D - d = 10{,}2$ cm, se cere să se determine viteza de alunecare a unei particule de diametru $d_p = 0{,}6$ cm.

Se admite $v_f = 0{,}8$ m/s şi se introduc datele în relaţia (18).

Rezultă :

$$\mu_e = 1{,}02 \cdot 10^{-3} + \frac{24{,}55 \cdot 10^{-2} \cdot 0{,}102}{6 \cdot 0{,}8} =$$

$$= 6{,}04 \cdot 10^{-3} \text{ kgf.s/m}^2.$$

Cu aceste valori numerice, relaţia (15) devine :

$$\log C = -2\log \mathrm{Re} +$$

$$+\log \frac{4 \cdot 9{,}81 \cdot 6^3 \cdot 10^{-9} \cdot 122{,}3(265 - 122{,}3)}{3 \cdot 6{,}04^2 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= -2\log \mathrm{Re} + 3{,}13$$

şi pentru $\mathrm{Re} = 20$ duce la $\log C = -2.1{,}3 + 3{,}13 = 0{,}53$, respectiv $C = 3{,}39$.

Abscisa intersecției dreptei de pantă minus doi (dusă prin punctul de coordonate Re = = 20, $C = 3{,}39$) cu graficul corespunzător sferei este Re = 25,4 și din relația (10) rezultă :

$$v_a = \frac{25{,}4 \cdot 6{,}04 \cdot 10^{-3}}{122{,}3 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = 0{,}208 \text{ m/s}.$$

*Exemplu 2.* Considerînd aceleași date ca în exemplu precedent se cere să se determine viteza de alunecare a particulei sferice de nisip în curentul ascendent turbulent.

Folosind relația (6) și acceptînd $C = 0{,}805$, rezultă :

$$v_a = \left[\frac{4 \cdot 9{,}81 \cdot 6 \cdot 10^{-2}(265 - 122{,}3)}{3 \cdot 0{,}805 \cdot 122{,}3}\right]^{1/2} =$$

$$= 0{,}337 \text{ m/s}.$$

*Exemplu 3.* Fie un lichid binghamian în mișcare laminară în spațiul inelar. Se cunosc : $\rho_p = 265$ kgf.s$^2$/m$^4$; $D - d = 10$ cm ; $d_p = 0{,}5$ cm. Lichidul are $\rho_{f1} = 122{,}3$ kgf.s$^2$/m$^4$; $\tau_{01} = 1{,}473$ kgf/m$^2$; $\mu_{f1} = 1{,}02 \cdot 10^{-3}$ kgf.s/m$^2$, înainte de îngreunare și $\rho_{f2} = 183{,}4$ kgf.s$^2$/m$^2$; $\tau_{02} = 0{,}3$ kgf/m$^2$, după îngreuiare. Se cere să se precizeze viscozitatea pe care ar trebui să o aibă lichidul după îngreuiare, astfel încît capacitatea de liftare să nu se modifice.

Admițînd $v_f = 0{,}6$ m/s și introducînd datele în formulele (18) și (15), rezultă :

$$\mu_{e1} = 1{,}02 \cdot 10^{-3} + \frac{1{,}473 \cdot 0{,}1}{6 \cdot 0{,}6} =$$

$$= 41{,}92 \cdot 10^{-3} \text{ kgf.s/m}^2,$$

$$\log C_1 = -2 \log \text{Re}_1 +$$

$$+ \log \frac{4 \cdot 9{,}81 \cdot 5^3 \cdot 122{,}3\,(265 - 122{,}3)}{3 \cdot 41{,}92^2 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= -2 \log \text{Re}_1 + 1{,}212.$$

Luînd $\text{Re}_1 = 1$, se obține $\log C_1 = 1{,}212$, respectiv $C_1 = 16{,}3$ și din figura 1 rezultă, pentru punctul de intersecție, coordonatele $R_{e1} = 0{,}645$ $C_1 = 38{,}6$.

Folosind formula (10), se obține, pentru viteza de alunecare, valoarea :

$$v_a = \frac{0{,}645 \cdot 41{,}92 \cdot 10^{-3}}{265 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 0{,}0204 \text{ m/s} \cdot$$

Constanța capacității de ridicare a detritusului impune constanța vitezei de alunecare. Ținînd seama de acest fapt, formula (6), scr pentru ambele cazuri, duce la relația :

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\rho_p - \rho_{f2}}{\rho_p - \rho_{f1}} \cdot \frac{\rho_{f1}}{\rho_{f2}}, \qquad (1$$

din care rezultă :

$$C_2 = \frac{265 - 183{,}4}{265 - 122{,}3} \cdot \frac{122{,}3}{183{,}4} \cdot 38{,}6 = 14{,}92.$$

Pentru $C_2 = 14{,}92$ se citește din figura $\text{Re}_2 = 2$ și din relația (10), scrisă pentru cel două cazuri, se obține :

$$\mu_{e2} = \frac{\text{Re}_1}{\text{Re}_2} \cdot \frac{\rho_{f2}}{\rho_{f1}} \mu_{e1} = \frac{0{,}645}{2} \cdot \frac{183{,}4}{122{,}3} \cdot$$

$$\cdot 41{,}92 \cdot 10^{-3} = 20{,}26 \cdot 10^{-3}.$$

Introducînd această valoare în relația (18) rezultă pentru viscozitatea lichidului îngreuiat, valoarea :

$$\mu_{f2} = 20{,}26 \cdot 10^{-3} - \frac{0{,}3 \cdot 0{,}1}{6 \cdot 0{,}6} =$$

$$= 11{,}93 \cdot 10^{-3} \text{ kgf.s/m}^2.$$

Acest exemplu arată, pe de o parte, că viteza de alunecare a particulei într-un lichid binghamian poate avea valori mici, iar pe de altă parte, reliefează ideea că noroaiele grele își păstrează capacitatea de ridicare a particulei, cu posibilitatea reducerii viscozității față de cea a noroiului neîngreuiat. Ultima observație introduce un aspect important în curățirea tălpii sondei. Mult timp s-a considerat în practica forajului că necazurile ivite în forarea unor sonde sînt provocate de neajunsurile eliminării detritusului din gaură și, ca o consecință, a existat o perioadă istorică de creștere a viscozității fluidelor de circulație. Creșterea viscozității, deși poate duce temporar la o rezolvare a dificultăților de acest gen, determină ivirea problemelor de blocare a găurii și, eventual, de imobilizare a garniturii de foraj.

*Exemplu 4.* Se consideră mișcarea turbulentă a unui lichid vîscoplastic în spațiul inelar. Detritusul este marnos și are diametrul echivalent $d_p = 0{,}3$ cm. Cunoscîndu-se $\rho_{f1} = 122{,}3$ kgf.s$^2$/m$^4$ și $\rho_p = 250$ kgf.s$^2$/m$^4$, se cere să se determine viteza de alunecare înainte și după îngreuiarea lichidului, dacă $\rho_{f2} = 183{,}4$ kgf. .s$^2$/m$^4$.

Pentru marnă, se consideră $C = 1{,}41$ şi din laţia (6) rezultă :

$$v_{a1} = \left[ \frac{4 \cdot 9{,}81 \cdot 3 \cdot 10^{-3}(250 - 122{,}3)}{3 \cdot 1{,}41 \cdot 122{,}3} \right]^{1/2} =$$

$$= 0{,}167 \text{ m/s},$$

$$v_{a2} = \left[ \frac{4 \cdot 9{,}81 \cdot 3 \cdot 10^{-3}(250 - 183{,}4)}{3 \cdot 1{,}41 \cdot 183{,}4} \right]^{1/2} =$$

$$= 0{,}1 \text{ m/s}.$$

**. Evacuarea detritusului la forajul cu gaz (aer)**

În cazul forajului cu gaz (aer), viteza gazului n spaţiul inelar, capabilă pentru evacuarea letritusului, este de 15,3 m/s. Această valoare ste rezultatul aplicării cu succes a aerliftului le către minieri la lucrările din cariere.

Viteza de alunecare a detritusului, constituit lin granule sferice sau din granule echivalente u granule sferice, este dată de relaţia (6), care se reduce, pe baza neglijabilităţii la numărător a lui $\rho_f$ în comparaţie cu $\rho_p$, la forma :

$$v_a = \left[ \frac{4 g d_p \rho_p}{3 C \rho_f} \right]^{1/2}. \qquad (20)$$

Multiplicînd ambele părţi ale relaţiei (20) cu $\rho_f A_i$ si folosind relaţia de stare :

$$\frac{p}{\rho_f} = gRT \qquad (21)$$

se obţine, pentru debitul masic minim de gaz, formula :

$$M = A_i \left[ \frac{4 \, d_p \rho_p p}{3 \, CRT} \right]^{1/2}. \qquad (22)$$

Utilizînd pentru coeficientul $C$ şi temperatura $T$ valori constante, acceptabile practic, din relaţia (22) se observă că debitul masic necesar liftării unor particule de dimensiuni date creşte o dată cu creşterea presiunii. Deoarece aria secţiunii normale a spaţiului inelar corespunzător zonei prăjinilor grele este mai mică decît cea a spaţiului inelar corespunzător prăjinilor de foraj, imediat deasupra prăjinilor grele se află zona cea mai dificilă pentru ridicarea detritusului. În zona de dificultate pentru ridicarea detritusului, dimensiunile particulelor sînt mai mari decît în restul spaţiului inelar corespunzător prăjinilor de foraj. Explicaţia constă în aceea că dimensiunile particulelor se reduc prin coliziunile repetate ale particulelor între ele şi cu prăjinile de foraj.

Acest fenomen explică motivul principal al acumulării particulelor la capătul superior al prăjinilor grele. Trebuie subliniat că o acumulare excesivă a detritusului în această zonă poate determina aglomerarea detritusului la talpă şi blocarea garniturii de foraj.

Lungimea zonei de acumulare a detritusului se obţine din ecuaţia energiei (admiţînd unele simplificări) sub forma :

$$l = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}. \qquad (23)$$

O valoare mică a lui $l$ nu asigură spaţiul necesar staţionării temporare a detritusului în această zonă. În practică, dacă intrarea particulelor în zona de acumulare depăşeşte ritmul de spargere şi evacuare a lor, întreaga ridicare a detritusului se poate opri şi garnitura de foraj se blochează. Existenţa acumulării detritusului este semnalată de creşterea presiunii de circulaţie şi de o torsionare excesivă a prăjinilor de foraj.

**Concluzii**

Stabilirea capacităţii de ridicare a detritusului în condiţiile specifice fiecărei sonde este necesară şi posibilă.

Capacitatea de ridicare a detritusului de către fluidul de circulaţie este determinată de viteza de alunecare a particulelor în curentul ascendent laminar sau turbulent şi de viteza fluidului în spaţiul inelar.

Rezultatele cantitative ale calculului vitezei de alunecare depind de abilitatea personalului de foraj în estimarea dimensiunilor particulei maxime.

Viteza de alunecare a particulei depinde, în principal, de densitatea şi viscozitatea fluidului (la mişcarea laminară) şi de densitatea şi forma particulei.

Creşterea greutăţii specifice a fluidului de circulaţie permite scăderea viscozităţii acestuia pînă la o anumită valoare, fără o reducere a capacităţii de ridicare a detritusului.

Creşterea viscozităţii determină creşterea capacităţii de ridicare a detritusului în mişcarea laminară. Totuşi, problemele de sondă care pot fi introduse prin creşterea viscozităţii subliniază necesitatea efectuării creşterii viscozităţii numai ca ultimă alternativă.

Viscozitatea nu afectează ridicarea particulei în mişcarea turbulentă a fluidului.

Distribuţia (parabolică) a vitezei în mişcarea laminară determină un grad de ineficienţă a curentului laminar asupra evacuării detritusului. O anumită zonă adiacentă pereţilor sondei prezintă valori mici ale vitezei fluidului, valori care permit detritusului ce intră în această zonă să alunece, în loc să fie evacuat.

Deşi viteza de alunecare a particulei este mai mare în mişcarea turbulentă decît în cea laminară, mişcarea turbulentă pare a fi mai eficientă la curăţirea sondei. Profilul vitezei fiind aproximativ plat, în mişcarea turbulentă particulele de rocă sînt evacuate în mod uniform.

Greutatea specifică a celor mai multe particule de rocă variază între 2,5 kgf/dm³ şi 2,8 kgf/dm³. Folosirea valorii 2,6 kgf/dm³ este acoperitoare.

Forma particulei este neprevizibilă. Se pare a fi acceptabilă folosirea formulei de alunecare pentru particula sferică, asociată cu diametrul echivalent definit relativ la forma sferică.

Dacă se apreciază că detritusul este constituit din particule care au forme de disc, pentru calculul vitezei de alunecare se folosesc formule relative la particule disc.

Viteza lichidelor binghamiene influenţează viteza de alunecare, indirect, prin influenţa pe care o exercită asupra valorii viscozităţii echivalente.

**BIBLIOGRAFIE**


1. Bird, B., Stewart, W. şi Lightfoot, E. Transport Phenomena. New York-London-Tokyo, Wiley International Edition, 1960, p 190—196.
2. Wilkinson, W. Non-Newtonian fluids. London-New York-Paris. Pergamon Press, 1960.
3. Creţu, I. Mişcări ale unui fluid binghamian. Pc şi gaze **23**, nr. 10, 1972.
4. Moore, P. şi Cole, F. Drilling operations man Tulsa, Oklahoma, The Petroleum Publishing, 1965.


**NOTAŢII**

$v$ — viteza;
$f, a, p$ — indici care se referă la fluid, alunecarea partic şi, respectiv, particulă;
$m$ — masa;
$a$ — acceleraţia;
$g$ — acceleraţia gravitaţională;
$R_p$ — rezistenţa la înaintare a particulei;
$A$ — aria maximă a suprafeţei secţiunii normale direcţia mişcării particulei;
$\rho$ — masa specifică;
$C$ — coeficient de rezistenţă la înaintare;
$d_p$ — diametrul particulei;
$t$ — grosimea discului;
$d_e$ — diametrul echivalent;
$V_p$ — volumul particulei;
$\mu$ — viscozitatea dinamică;
Re — numărul Reynolds;
$D$ — diametrul sondei;
$d_i$ — diametrul interior al tubului;
$d$ — diametrul exterior al prăjinilor;
$R_h$ — raza hidraulică;
$\tau_0$ — efortul tangenţial iniţial;
$A_i$ — aria secţiunii transversale a spaţiului inelar;
$R$ — constanta gazului;
$T$ — temperatura absolută;
$p$ — presiunea gazului;
$M$ — debitul masic de gaz;
$v_1$ — viteza gazului în spaţiul inelar corespunzăto prăjinilor grele;
$v_2$ — viteza gazului în spaţiul inelar corespunzăto prăjinilor de foraj;
$l$ — lungimea zonei de acumulare a detritusului

# Eliminarea benzenului din amestecul de solvenţi folosiţi la deparafinarea şi dezuleierea materiilor prime parafinoase

Georgeta Lazăr şi I. Scheianu

În multe ţări se tinde să se înlocuiască benzenul din amestecul de solvenţi folosiţi la deparafinarea şi dezuleierea materiilor prime parafinoase, construindu-se instalaţii noi, care folosesc solvent binar constituit din cetone superioare şi toluen [1].

Tendinţa generală este legată de alegerea solvenţilor de deparafinare care să prezinte avantaje superioare faţă de solvenţii folosiţi în prezent, în ceea ce priveşte gradientul de temperatură, randamentul, toxicitatea etc.

În literatura de specialitate [2, 3] se arată că în unele instalaţii, benzenul a fost înlocuit complet cu toluen, din cauza toxicităţii mai mici al acestuia din urmă, al punctului de solidificare mai coborît şi al filtrabilităţii mai bune. Se arată, de asemenea, că folosirea a doi componenţi, în loc de trei, este mult mai comodă, în privinţa exploatării instalaţiilor.

La concentraţii egale, amestecurile cu toluen dizolvă mai mult ulei decît amestecurile corespunzătoare cu benzen, totodată temperatura de răcire poate fi mai scăzută, fără pericol de cristalizare a solventului sau de separare a uleiului.

În ceea ce priveşte toxicitatea benzenului faţă de toluen, concentraţia maximă admisă pentru toluen este de 4 ori mai mare faţă de benzen.

## Partea experimentală

În laborator, s-a studiat deparafinarea şi dezuleierea materiilor prime parafinoase cu solvent binar MEC-toluen comparativ cu solventul ternar MEC-benzen-toluen.

Deparafinările s-au efectuat pe probe de ulei mediu, ulei greu şi ulei rezidual, rafinate selectiv cu furfurol.

Dintr-o primă serie de încercări, prezentate în tabela 1, unde se arată date comparative la încercările cu solvent ternar (I) conţinînd metiletilcetonă, benzen şi toluen şi solvent binar (II) conţinînd metiletilcetonă şi toluen, se observă că randamentele obţinute cu solvent I şi solvent II sînt, practic, aceleaşi, vitezele de filtrare sînt apropiate, iar analiza uleiului deparafinat obţinut este asemănătoare.

În tabela 2 sînt prezentate mai multe încercări cu date comparative la deparafinarea cu solvent ternar (I) şi solvent binar (II).

Se observă că la deparafinarea uleiului mediu nu sînt, practic, diferenţe între solventul ternar şi binar, în ceea ce priveşte randamentul, conţinutul de ulei în gaci şi analiza uleiului deparafinat. Viteza de filtrare, în unele cazuri, a fost mai mică, însă au fost şi situaţii cînd s-a obţinut egală sau mai mare, aceasta fiind pro-

TABELA 1

**Rezultate comparative la deparafinarea uleiurilor**

| Ulei supus deparafinării | Solvent | Randament, % | Raport Ulei / Solvent | Viteza de filtrare, cm³/min | V/50 °E | IVDD | Cong., °C | $n_D^{20}$ | Cifra de cocs conradson, % | Obs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ulei mediu proba 1 | I | 70 | 0,37 | 6,2 | 4,67 | 84,7 | −4 | 1,4878 | 0,047 | |
| V/100 °E 1,48; cocs % 0,020 | II | 69 | 0,35 | 7,2 | 4,50 | 85,9 | −3 | 1,4880 | 0,045 | |
| Ulei mediu proba 2 | I | 71 | 0,35 | 9,2 | 4,39 | 89,8 | −3 | 1,4860 | 0,031 | |
| V/100°E 1,46; cocs 0,016% | II | 71 | 0,35 | 13,8 | 4,11 | 89,0 | −2 | 1,4857 | 0,037 | |
| Ulei greu proba 1 | I | 68 | 0,27 | 10,4 | 8,53 | 83,2 | 0 | 1,4916 | 0,19 | |
| V/100°E 1,72; cocs % 0,12 | II | 68 | 0,27 | 11,3 | 8,55 | 82,2 | −1 | 1,4918 | 0,17 | |
| Ulei greu proba 2 | I | 69 | 0,29 | 12,0 | 9,06 | 83,4 | −1 | 1,4921 | 0,15 | |
| V/100°E 1,76; cocs % 0,10 | II | 69 | 0,28 | 8,6 | 8,76 | 82,5 | −1 | 1,4920 | 0,15 | |
| Ulei rezidual proba 1 | I | 66 | 0,23 | 15,0 | 43,2 | 92,3 | −4 | 1,4980 | 0,82 | |
| V/100°E 3,53; cocs % 0,60 | II | 66 | 0,23 | 13,0 | 42,7 | 92,4 | −6 | 1,4981 | 0,84 | |
| Ulei rezidual proba 2 | I | 66 | 0,23 | 9,5 | 36,8 | 90,5 | −2 | 1,4953 | 0,67 | |
| V/100°E 3,58; cocs % 0,52 | II | 65 | 0,21 | 10,0 | 37,6 | 91,2 | −3 | 1,4958 | 0,68 | |

I = solvent ternar
II = solvent binar

TABELA

**Rezultatele comparative la deparafinarea uleiurilor**

| Uleiul supus deparafinării | Solvent | Compoziția solventului | | | Randament în ulei deparafinat, % | Viteza de filtrare, cm³/min | Analize | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | ulei deparafinat | | | | gaci | |
| | | % vol. MEC | % vol benzen | % vol. toluen | | | V/50 °E | IVDD | Cong., °C | $n^{20}D$ | conținut în ulei, % | punct de topire, °C |
| Ulei mediu solventat (V/100°C — —1,47°E; D/20 — 0,869) | I | 40 | 40 | 20 | 61,5 | 14,8 | 4,80 | 90 | 0 | 1,4880 | 34,7 | 50,5 |
| | II | 40 | — | 60 | 62,0 | 11,5 | 4,75 | 90 | 0 | 1,4879 | 34,3 | 50,5 |
| | I | 50 | 25 | 25 | 63,2 | 12,0 | 4,85 | 90 | —1 | 1,4881 | 32,1 | 51 |
| | II | 50 | — | 50 | 63,0 | 19,0 | 4,77 | 90 | —1 | 1,4879 | 32,8 | 51 |
| | I | 52 | 25 | 23 | 64,0 | 20,0 | 4,80 | 90 | —3 | 1,4880 | 30,8 | 51 |
| | II | 52 | — | 48 | 63,5 | 14,0 | 4,80 | 90 | —4 | 1,4880 | 31,3 | 51 |
| | I | 55 | 25 | 20 | 65,0 | 15,5 | 4,83 | 89 | —4 | 1,4882 | 28,9 | 51,5 |
| | II | 55 | — | 45 | 64,5 | 15,0 | 4,85 | 90 | —4 | 1,4880 | 30,3 | 51 |
| | I | 60 | 20 | 20 | 64,5 | 23,2 | 4,85 | 89 | —5 | 1,4880 | 30,8 | 51 |
| | II | 60 | — | 40 | 64,0 | 13,5 | 4,84 | 89 | —4 | 1,4880 | 31,0 | 51 |
| | I | 65 | 20 | 15 | 65,0 | 20,3 | 4,85 | 89 | —5 | 1,4880 | 30,8 | 51 |
| | II | 65 | — | 35 | 65,5 | 16,8 | 4,84 | 89 | —4 | 1,4880 | 30,6 | 51 |
| | I | 70 | 15 | 15 | 52,0 | 21,4 | 4,87 | 84 | —9 | 1,4901 | 40,1 | 48,5 |
| | II | 70 | — | 30 | 64,0 | 26,0 | 4,84 | 89 | —4 | 1,4880 | 29,0 | 51 |
| | I | 75 | 13 | 12 | 53,0 | 35,5 | 4,99 | 83 | —9 | 1,4910 | 38,8 | 50 |
| | II | 75 | — | 25 | 52,0 | 33,1 | 4,87 | 86 | —6 | 1,4890 | 44,2 | 49 |
| | I | 80 | 10 | 10 | 41,5 | 43,3 | 5,08 | 79 | —9 | 1,4936 | 48,8 | 47 |
| | II | 80 | — | 20 | 51,0 | 45,5 | 4,97 | 84 | —6 | 1,4904 | 44,3 | 49 |
| Ulei greu solventat (V/100°C — 1,80°E; D/20 — 0,874) | I | 50 | 25 | 25 | 63,0 | 22,0 | 8,2 | 89 | —2 | 1,4898 | 27,3 | 59,5 |
| | II | 50 | — | 50 | 65,5 | 17,0 | 8,7 | 88 | —1 | 1,4900 | 24,6 | 60 |
| Ulei rezidual proba 1 V/100°C — 2,67°E; D/20 0,900 | I | 45 | 35 | 20 | 61,3 | 22 | 36,9 | 85 | 0 | 1,5035 | 19,3 | 69 |
| | II | 45 | — | 55 | 68,0 | 24 | 37,1 | 86 | 0 | 1,5038 | 14,9 | 73 |
| Ulei rezidual proba 2 V/100°C — 24,1°E; D/20 0,900 | I | 45 | 35 | 20 | 59,1 | 16 | 18,9 | 88 | —2 | 1,4940 | 20,9 | 66,5 |
| | II | 45 | — | 55 | 65,0 | 23,7 | 19,0 | 88 | —1 | 1,4942 | 17,7 | 68 |

babil funcție de cristalizarea și de calitatea uleiului rafinat selectiv.

La deparafinarea uleiului greu, randamentele în ulei deparafinat au fost cu circa 2% mai mari la folosirea amestecului binar, iar la deparafinarea uleiului rezidual, cu circa 6—7% mai mari, respectiv conținut de ulei în petrolatum mai mic și viteze de filtrare mai bune.

În încercările efectuate s-a studiat și influența creșterii procentului de metil-etil-cetonă în compoziția solventului binar și ternar.

Datele obținute și prezentate în tabela 2 arată că și în cazul amestecului binar, creșterea procentului de MEC în solvent favorizează cristalizarea, respectiv se obțin viteze mai mari de filtrare, dar de la un anumit procent, randamentul în ulei deparafinat scade brusc.

Reprezentarea grafică a acestor valori oglindește mai bine cele menționate.

În figura 1, se prezintă variația randamentului de ulei deparafinat cu procentul de MEC, iar în figura 2 variația vitezei de filtrare cu procentul de MEC în solventul ternar (I) și solventul binar (II).

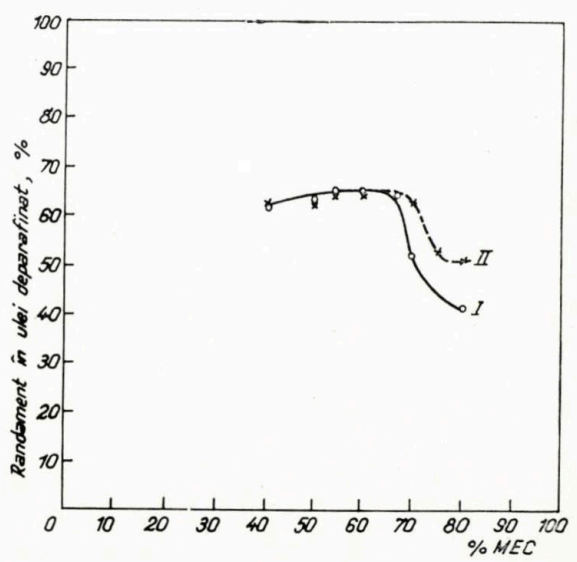



Fig. 1. Variația randamentului în ulei deparafinat cu procentul de MEC în solventul de deparafinare:

I — solvent ternar; II — solvent binar.

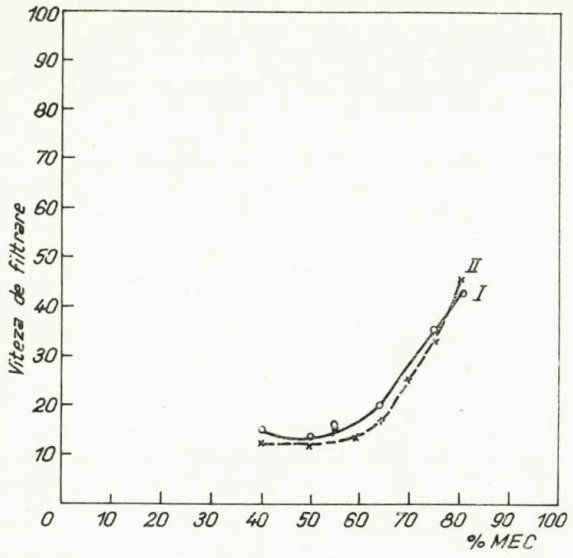



Fig. 2. Variaţia vitezei de filtrare cu procentul de MEC în solventul de deparafinare:
I – solvent ternar; II – solvent binar.

Din figura 1 se vede că şi în cazul solventului binar există un punct de inflexiune la care randamentul scade brusc. Această scădere, în cazul materiei prime studiate, a fost mai puţin accentuată, în comparaţie cu amestecul ternar. În figura 2 se observă, în cazul ambilor solvenţi, practic, aceeaşi creştere a vitezei de filtrare.

randamentul şi conţinutul de ulei în parafină după fiecare treaptă de filtrare.

Rezultatele încercărilor sînt prezentate în tabela 3. Lucrînd pe două probe diferite de gaci, se observă că, în cazul probei 1, vitezele de filtrare sînt egale sau mai mici la amestecul binar faţă de amestecul ternar, iar la proba 2, situaţia este inversă, datorită, probabil, calităţii gaciului supus dezuleierii.

De asemenea, şi în cazul amestecului binar de solvent, creşterea procentului de MEC în amestecul de solvent conduce la viteze de filtrare îmbunătăţite.

## Concluzii

Încercările efectuate în laborator, de eliminare a benzenului din compoziţia solventului folosit la deparafinarea şi dezuleierea materiilor prime parafinoase adică folosirea amestecului binar MEC-toluen, au dus la rezultate comparabile cu cele obţinute cu amestec ternar MEC-benzen-toluen.

Toxicitatea ridicată a benzenului impune această înlocuire fără a se ajunge la performanţele superioare menţionate în literatură pe materiile prime parafinoase studiate.

Se remarcă, totuşi, o uşoară creştere de randament în cazul uleiului greu şi rezidual şi avantajul lucrului la temperaturi joase, în cazul obţinerii unor uleiuri speciale, fără pericol de cristalizare a solventului.

TABELA 3

**Rezultate comparative la dezuleiera gaciului**

| Gaci supus dezuleierii | Compoziţia solventului, % volum | | | Solvent | Viteza de filtrare | | Rand. în parafină, % | | Analiza parafinei brute | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | C. Ulei, % | | P.T. | °C |
| | MEC | benzen | toluen | | treapta I | treapta II | treapta I | treapta II | treapta I | treapta II | treapta I | treapta II |
| Gaci de ulei mediu (proba 1) | 45 | 35 | 20 | I | 20 | 15,5 | 47 | 41 | 3,4 | 2,0 | 58 | 59 |
| | 45 | — | 55 | II | 18,8 | 13,3 | 50,4 | 39 | 5,0 | 0,80 | 57,5 | 60 |
| V/100°C = 1,36°E | 50 | 25 | 25 | I | 32,9 | 27,8 | 50 | 40 | 3,5 | 0,93 | 58 | 59 |
| C.U. % = 39,1 | 50 | — | 50 | II | 31,7 | 28,9 | 50 | 40 | 3,8 | 1,72 | 58 | 59 |
| P.T.°C = 49,5 | 55 | 25 | 20 | I | 34,3 | 38,5 | 49 | 41 | 4,0 | 1,98 | 57,5 | 59 |
| | 55 | — | 45 | II | 30 | 31 | 48 | 40 | 4,6 | 0,84 | 58 | 59,5 |
| Gaci de ulei mediu (proba 2) | 55 | 35 | 10 | I | 15,6 | 20,8 | — | 63 | — | 0,70 | — | 59 |
| V/100°C = 1,31°E | 55 | — | 45 | II | 21,3 | 28,3 | — | 64 | — | 0,58 | — | 59 |
| C.U, % = 22,5 | | | | | | | | | | | | |
| P.T.°C= 53,5 | | | | | | | | | | | | |

Rezultate interesante s-au obţinut şi la dezuleierea gaciului de ulei mediu.

S-a lucrat cu procente diferite de MEC în amestecul ternar (I) şi amestecul binar (II) de solvent, determinîndu-se viteza de filtrare,

**BIBLIOGRAFIE**

1. Teibel, I., Schneider, W. Erdöparafine — Leipzig, 1965.
2. Kobe, A. K. şi McKetta. Advances in petroleum chemistry and refining. X. New York—Londra, 1965.
3. Gurvici, V. L. şi Sosnovschi, N. P. Solvenţi selectivi în prelucrarea ţiţeiului (trad. 1955.)

# Influența temperaturii asupra coroziunii metalelor și aliajelor

I. Atanasiu și I. Ana

Creșterea continuă a numărului instalațiilor ce lucrează la temperaturi și presiuni ridicate, însoțită de frecvente distrugeri corosive, accentuează necesitatea lărgirii cunoștințelor cu privire la comportarea la coroziune a metalelor și aliajelor în condiții similare cu cele întîlnite în practică.

Astfel, confecționarea condensatoarelor, evaporatoarelor, generatoarelor de abur și a schimbătoarelor de căldură pentru industria chimică, petrochimică etc., impune examinarea susceptibilității la coroziune a materialelor de construcție la temperaturi ridicate. Pe de altă parte, creșterea adîncimii sondelor de țiței și gaze, însoțită de creșterea temperaturilor și a presiunilor, ridică noi probleme în studiul comportării la coroziune a echipamentului de foraj și de extracție.

Dezvoltarea tehnicii nucleare implică, de asemenea, elaborarea de noi metale și aliaje, precum și studierea comportării acestora, în diverse medii, la temperaturi ridicate.

Importanța deosebită ce se acordă studiului procesului de coroziune la temperaturi ridicate a făcut să apară un volum însemnat de informații [1, 2, 3] referitor la această problemă. Astfel, Wilde [2] a studiat prin metoda polarizării electrochimice influența oxigenului, hidrogenului și amoniacului asupra cineticii coroziunii oțelului la temperaturi ridicate. Neumann a efectuat un studiu detaliat [4] în scopul stabilirii susceptibilității la fisurare corozivă a oțelului austenitic, la temperaturi ridicate. Cercetările efectuate de Kazarin [5] și Cornet [6] au avut drept scop studierea influenței temperaturii asupra coroziunii intercristaline a metalelor.

Studiul termodinamic al procesului de oxidare la temperaturi ridicate a fost efectuat prin utilizarea metodei elipsometrice [10] și roentgenostructurală [11]. Studiul influenței presiunii oxigenului asupra procesului de oxidare a oțelului la temperaturi ridicate [12] pune în evidență regimul parabolic de desfășurare a acestui proces.

Efectul temperaturii asupra coroziunii prin fragilizare de hidrogen a fost prezentat în lucrările lui Hobson și Hewitt [9]. Cercetarea influenței temperaturii asupra pasivării nichelului a fost efectuată [7, 8] în soluții de 0,5; 1,5 și 10 N acid sulfuric.

În ultimul timp, majoritatea publicațiilor [13, 16] semnalează faptul că forajul și exploatarea sondelor de mare adîncime constituie domeniul în care apar probleme de coroziune frecvente și de mare intensitate. Cercetările efectuate [17, 18] în condiții similare cu cele întîlnite în forajul de mare adîncime (temperaturi pînă la 200°C și presiuni pînă la 1500 kgf/cm²) au stabilit că peste 70% din totalul deteriorărilor echipamentului de foraj pot fi atribuite coroziunii.

Prezenta lucrare își propune să stabilească principalele aspecte ale influenței temperaturii asupra coroziunii metalelor și aliajelor.

## Considerații teoretice

Primele studii de cinetică chimică au stabilit că temperatura influențează în mod considerabil viteza de reacție. Pornind de la considerații termodinamice privitoare la variația constantei de echilibru cu temperatura, van't Hoff a arătat că logaritmul constantei de viteză este funcție liniară a temperaturii absolute :

$$d \ln K = - \frac{\Delta H}{R} d\left(\frac{1}{T}\right) \qquad (1)$$

Ulterior, această concluzie a fost dezvoltată de Arrhenius, care a stabilit că, în general, viteza de coroziune variază cu temperatura, în conformitate cu ecuația empirică de tipul :

$$K = A e^{-\frac{B}{T}} \qquad (2)$$

Stabilirea constantelor $A$ și $B$ impune compararea ecuației lui Arrhenius, derivată în raport cu temperatura, cu izobara de reacție van't Hoff;

— izobara van't Hoff : $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$ (3)

— ecuația lui Arrhenius : $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{B}{T^2}$ (4)

Entalpia de reacție ($\Delta H$) este concepută ca diferența a două energii de activare ce caracterizează reacția directă și inversă;

$$H = \vec{Q} - \overleftarrow{Q} \tag{5}$$

Izobara van't Hoff se descompune astfel în :

$$\frac{d \ln \vec{K}}{dT} = \frac{\vec{Q}}{RT^2} \tag{6}$$

$$\frac{d \ln \overleftarrow{k}}{dT} = \frac{\overleftarrow{Q}}{RT^2} \tag{7}$$

Acestea se identifică cu ecuația lui Arrhenius în care :

$$B = \frac{Q}{R} \tag{8}$$

Înlocuirea constantei $B$ în ecuația (2) duce la ecuația exponențială a lui Arrhenius (fig. 1).

$$K = A\, e^{\frac{-Q}{RT}} \tag{9}$$

sau

$$\ln K = \ln A - \frac{Q}{RT} \tag{10}$$

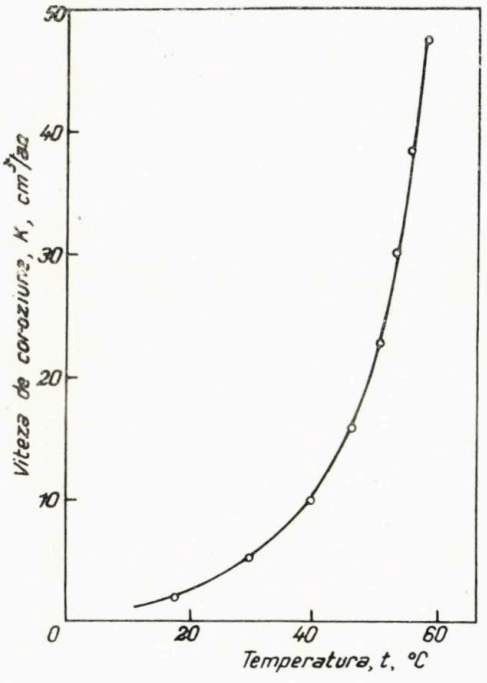



Fig. 1. Efectul temperaturii asupra coroziunii oțelului în soluție de acid clorhidric 15% (timp de expunere: 5 ore).

Constanta $A$, denumită „factor de frecvență" sau constantă absolută de reacție, nu depinde de concentrația reactanților și de energia de activare, dar este influențată de temperatură.

Energia de activare ($E$) reprezintă căldura aparentă de activare a procesului de coroziune. Panta dreptei, obținută prin reprezentarea grafică a ecuației (10), (fig. 2), reprezintă tocmai energia de activare.

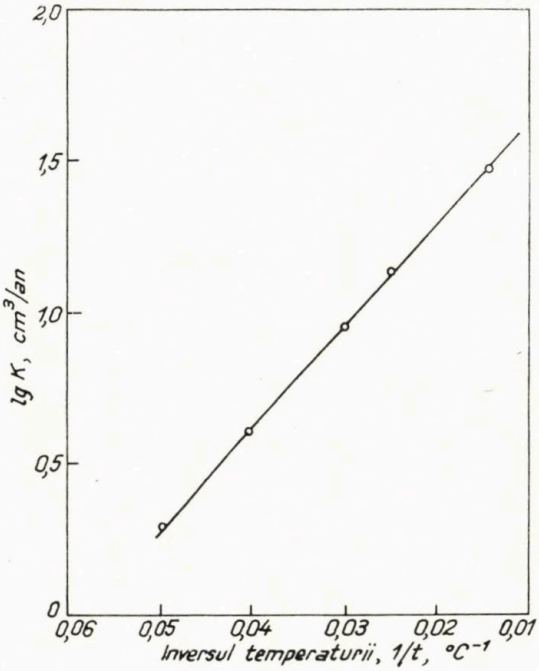



Fig. 2. Variația logaritmului vitezei de coroziune funcție de inversul temperaturii.

Energia de activare se poate determina și cu ajutorul relației :

$$\lg \frac{K_2}{K_1} = \frac{Q}{2{,}303\ R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_1\ T_2} \right) \tag{11}$$

relație obținută din compararea a două viteze de reacție la două temperaturi diferite, reacții caracterizate de aceeași energie de activare.

**Influența temperaturii asupra coroziunii chimice**

Expunerea metalelor și aliajelor în diferite medii gazoase la temperaturi ridicate duce la formarea unor pelicule de coroziune a căror grosime depinde, în general, de temperatura și durata încălzirii. Studiile efectuate au stabilit că, prin creșterea temperaturii, viteza de coroziune se mărește intens, conform ecuației lui Arrhenius.

Formarea și creșterea peliculei de coroziune la temperaturi ridicate se poate explica atît prin teoria chimică, cît și prin teoria electrochimică a oxidării metalelor.

Conform teoriei chimice [21, 22] formarea şi creşterea peliculei de coroziune are loc ca urmare a deplasării atomilor sau a ionilor de metal şi a electronilor prin peliculă spre exterior şi numai într-o mică măsură a oxidantului spre interior. Procesul de deplasare se supune legii lui Fick şi se exprimă prin relaţia :

$$Y = -D\frac{\delta_c}{\delta_x} \tag{12}$$

Coeficientul de difuzie variază cu temperatura, conform relaţiei :

$$D = D_o\, e^{-\frac{Q}{RT}} \tag{13}$$

Figura 3 ilustrează, în acest sens, rezultatele obţinute [23] privind influenţa temperaturii şi a

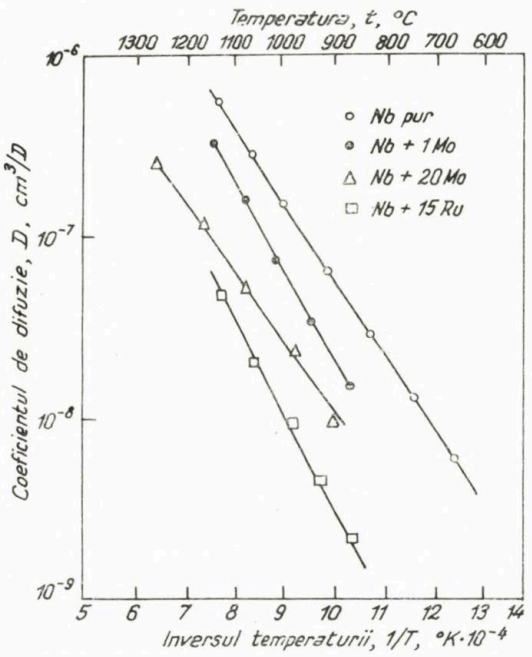



Fig. 3. Coeficienţii de difuzie ai oxigenului (în diferite aliaje ale niobiului) funcţie de temperatură.

elementelor de aliere asupra difuziunii oxigenului în diferite aliaje ale niobiului.

Conform teoriei electrochimice, formarea şi creşterea peliculei de coroziune se explică, în domeniul temperaturilor joase, prin teoria Mott-Kabrera [24], iar în domeniul temperaturilor ridicate, prin teoria ionoelectronică a lui Wagner [21]. Conform acestor teorii, creşterea peliculei de coroziune are la bază mecanismul conductibilităţii electrice şi a difuziunii şi este rezultatul funcţionării unei pile galvanice specifice.

În acest caz, viteza de creştere a peliculei de coroziune [25] se exprimă prin relaţia :

$$y\frac{dy}{d\tau} = \frac{ME\,\lambda\, n_e\,(n_a + n_c)}{\gamma \cdot F \cdot Z} \tag{13}$$

sau :

$$y^2 = K\cdot\tau + C \tag{14}$$

Această dependenţă denumită „legea parabolică de oxidare a metalelor" (Parabolisches Zundergesetz) este prezentată grafic în figura 4.

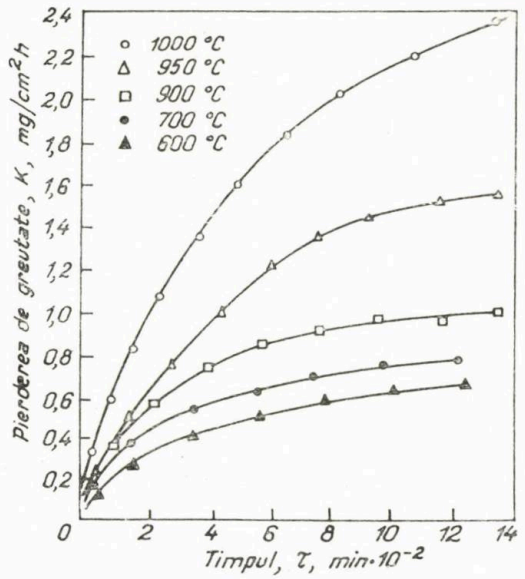



Fig. 4. Variaţia vitezei de coroziune a nichelului în oxigen pur, funcţie de timp la temperaturi ridicate.

Cercetările efectuate [22] au stabilit că procesul de coroziune nu urmează întotdeauna legea parabolică, existînd şi alte legi de oxidare (fig. 5).

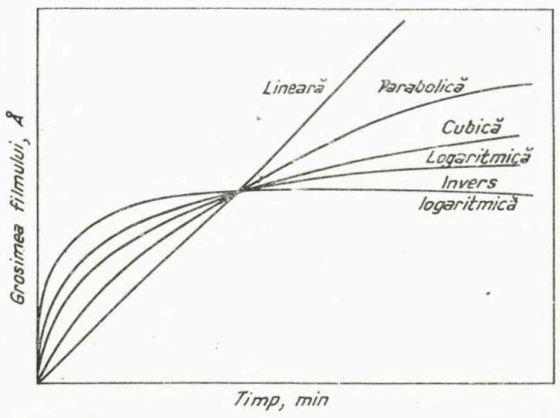



Fig. 5. Legile vitezei de oxidare.

Comportarea la coroziune a metalelor şi aliajelor depinde în mare măsură de variaţia proprietăţilor peliculelor protectoare cu temperatura. Astfel, în cazul coroziunii aliajului Nb-Ni-Cr, curba (fig. 6) reprezentînd viteza de

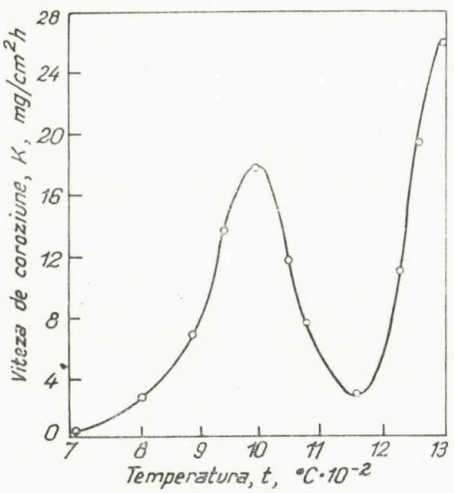



Fig. 6. Maximul vitezei de coroziune a aliajului Nb-Ni-Cr.

coroziune funcţie de temperatură, prezintă o discontinuitate la temperatura de 1000°C indicînd formarea peliculei de protecţie. Date similare sînt prezentate şi în figura 7.

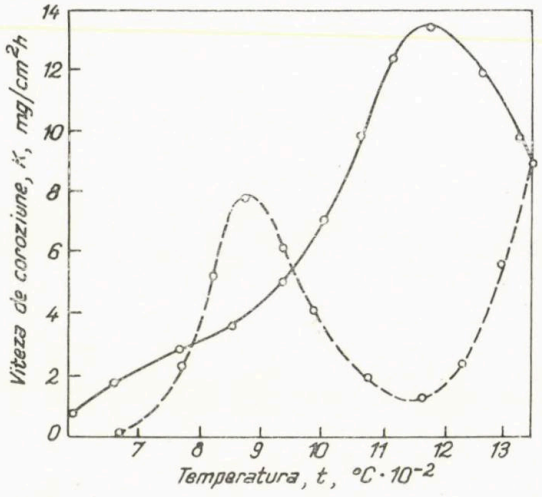



Fig. 7. Variaţia vitezei de coroziune a aliajului $NbCr_2$ funcţie de temperatură (la încălzire —o—o—); (la răcire --o—o--)

În procesul de coroziune la temperaturi ridicate în gaze, un rol deosebit de important îl are şi compoziţia aliajului. Acest lucru este ilustrat în figura 8, unde se prezintă influenţa conţinutului de crom asupra procesului de coroziune a oţelului inoxidabil la temperaturi peste 300°C şi la concentraţii de hidrogen sulfurat peste 1,0% vol.

Pe de altă parte, la temperaturi ridicate, concomitent cu procesul de oxidare, are loc în prezenţa $O_2$; $H_2$; $CO_2$ şi $H_2O$ şi decarburarea oţelului conform reacţiilor :

$$Fe_3C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow {}_3Fe + CO$$

$$Fe_3C + 2H_2 \rightarrow {}_3Fe + CH_4$$

$$Fe_3C + CO_2 \rightarrow {}_3Fe + 2\,CO$$

$$Fe_3\,C + H_2O \rightarrow {}_3Fe + CO + H_2$$

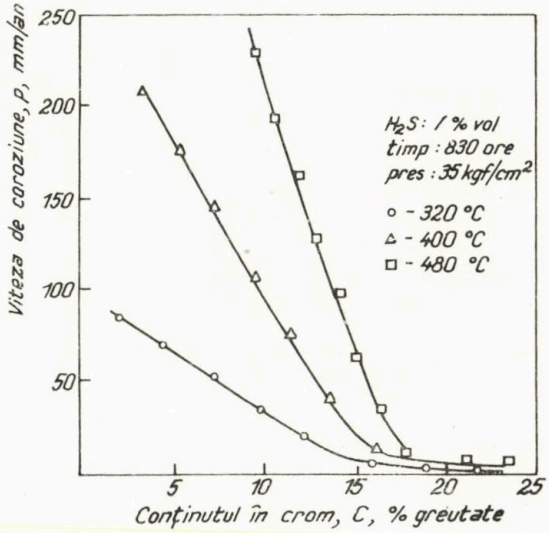



Fig. 8. Efectul conţinutului de crom şi al temperaturii asupra vitezei de coroziune a oţelului inoxidabil tip 410 (după Mc Coy).

Acest proces duce la micşorarea durităţii superficiale şi la reducerea limitei la oboseală a pieselor supuse la încercări vibratorii.

**Influenţa temperaturii asupra coroziunii electrochimice**

Variaţiile de temperatură exercită asupra coroziunii electrochimice o influenţă puternică, exprimată cantitativ prin legea de bază a cineticii reacţiilor chimice.

Pornind de la aceste consideraţii şi ţinînd seamă de particularităţile reacţiilor de electrod, curentul anodic ($i_a$) şi curentul catodic ($i_c$) se exprimă prin :

$$i_a = K \exp \left[ \frac{\beta\, ZF\, (\varphi i_a - \varphi_{rev})}{RT} \right] \qquad (15)$$

respectiv :

$$i_c = K \exp \frac{-\alpha\, Z \cdot F \cdot (\varphi i_c - \varphi_{rev})}{RT} \qquad (16)$$

Cercetările experimentale [26] au pus în evidență această variație a vitezei de coroziune cu temperatura, reprezentată, în general, printr-o curbă exponențială (fig. 9). O comportare similară se întîlnește și în cazul coroziunii la temperaturi ridicate a zincului în soluții acide și a fierului în acid clorhidric.

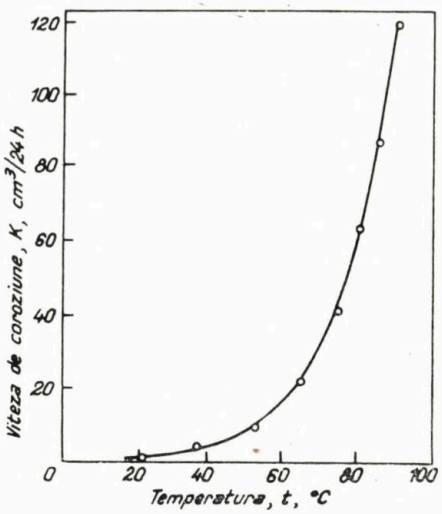



Fig. 9. Dependența vitezei de coroziune a zincului în apă de canal funcție de temperatură.

În procesul de coroziune, nu se întîlnește însă numai o dependență exponențială a vitezei de coroziune cu temperatura. În unele cazuri, creșterea temperaturii implică și alte efecte, printre care micșorarea solubilității gazelor, modificarea solubilității produșilor de coroziune, scăderea viscozității mediului corosiv etc.

Astfel, în cazul proceselor cu depolarizare de oxigen, creșterea temperaturii acționează în două direcții diferite. Pe de o parte, creșterea temperaturii accelerează viteza de reacție (fig. 10), conform cineticii chimice și intensifică

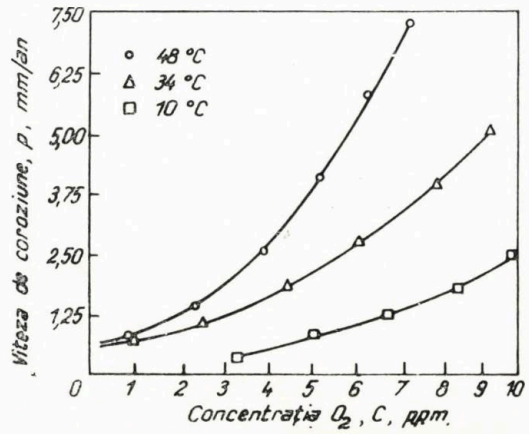



Fig. 10. Efectul temperaturii și a concentrației oxigenului asupra vitezei de coroziune.

curenții de convecție și de difuzie [27], iar pe de altă parte, micșorează solubilitatea oxigenului în soluție (fig. 11) [26].

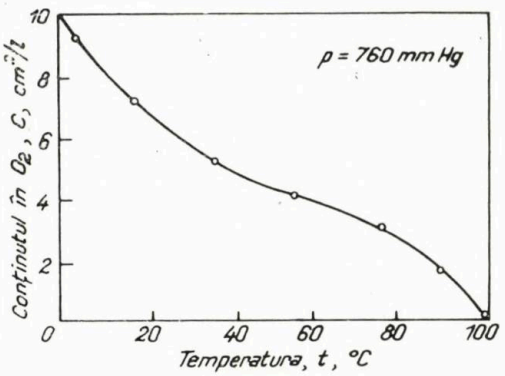



Fig. 11. Solubilitatea oxigenului în apă funcție de temperatură.

Viteza de coroziune crește cu temperatura, pînă cînd aceasta devine suficient de ridicată pentru a produce o reducere apreciabilă a solubilității oxigenului.

În acest sens, figura 12 prezintă diagrama coroziunii fierului în apă, la diverse temperaturi,

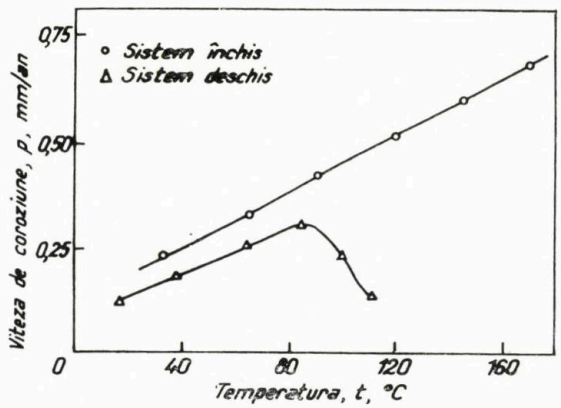



Fig. 12. Dependența vitezei de coroziune a fierului de temperatură și de concentrația oxigenului.

funcție de conținutul de oxigen [28]. Se constată că în sistemul închis, unde concentrația oxigenului rămîne practic constantă (4,5 cm³/l), viteza de coroziune funcție de temperatură urmează o lege liniară, pe cînd în sistem deschis, unde concentrația oxigenului descrește de la 6,25 cm³/l (la 20°C) la 1,978 cm³/l (80°C), se constată un maxim de coroziune la 80°C, după care coroziunea se micșorează, deoarece cantitatea de oxigen dizolvat tinde către zero.

O explicație similară se dă și în cazul diagramelor din figurile 13 și 14, care descriu influența temperaturii asupra coroziunii metalului Monel,

într-o soluție de 6% acid sulfuric și a cuprului, într-o soluție de 10% clorură de sodiu.

Temperatura influențează, de asemenea, procesul de coroziune prin acțiunea pe care o exercită asupra *p*H-ului soluției. Astfel, soluțiile cu reacție neutră la rece dau reacție acidă la creșterea temperaturii.

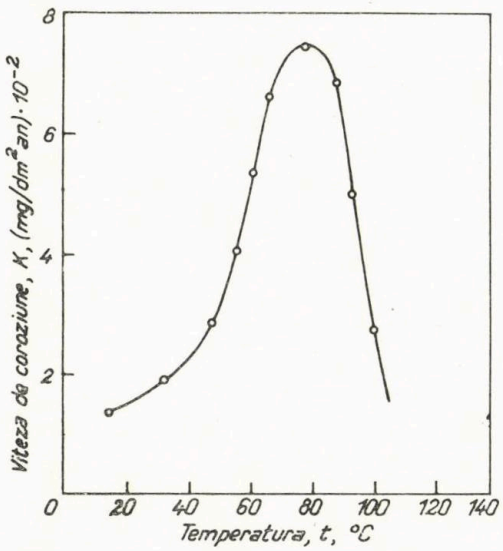



Fig. 13. Influența temperaturii asupra coroziunii metalului Monel într-o soluție de 6% $H_2SO_4$.

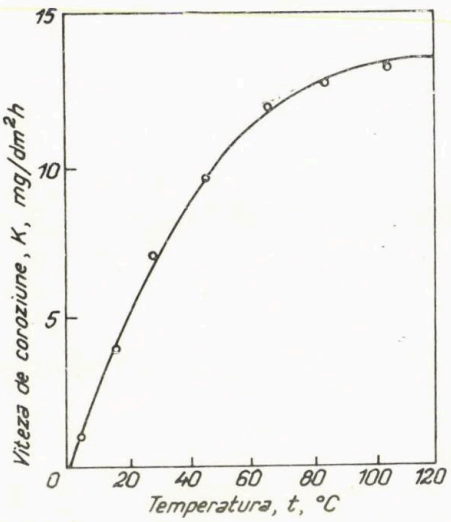



Fig. 14. Influența temperaturii asupra coroziunii cuprului într-o soluție de 10% NaCl.

Pe de altă parte, în cazul apelor ce conțin bicarbonați de calciu și magneziu, creșterea temperaturii duce la mărirea conținutului de bioxid de carbon, ca urmare a descompunerii bicarbonaților și, deci, la accelerarea procesului de coroziune prin mișcarea *p*H-ului (fig. 15).

La temperaturi ridicate, coroziunea contactului zinc-fier se inversează, deoarece potențialul staționar al zincului este mult mai sensibil la temperatură decît cel al fierului; în timp ce primul scade simțitor cu temperatura, al doilea variază puțin.

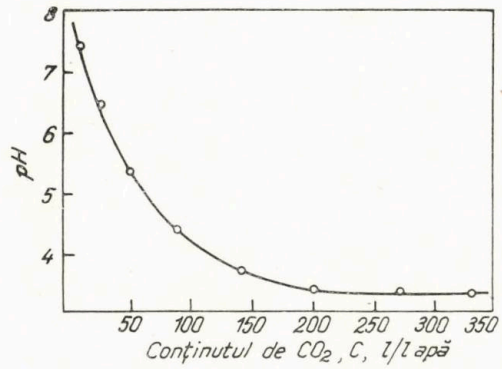



Fig. 15. Influența conținutului de bioxid de carbon asupra *p*H-ului soluției.

Dacă temperatura nu este distribuită uniform pe toată suprafața metalului, atunci suprafața mai caldă va funcționa preferențial anodic și se va coroda.

Comportarea la coroziune a metalelor depinde în mare măsură și de proprietățile peliculelor de coroziune la temperaturi ridicate. În acest sens, W e a s t [29] prezintă rezultate (fig. 16) care demonstrează că viteza de coroziune a zincului în apă distilată la 60°C este de aproximativ șapte ori mai mare decît la 55°C sau la 90°C.

Alura curbei se explică prin calitățile protectoare ale peliculei aderente cu aspect de gel

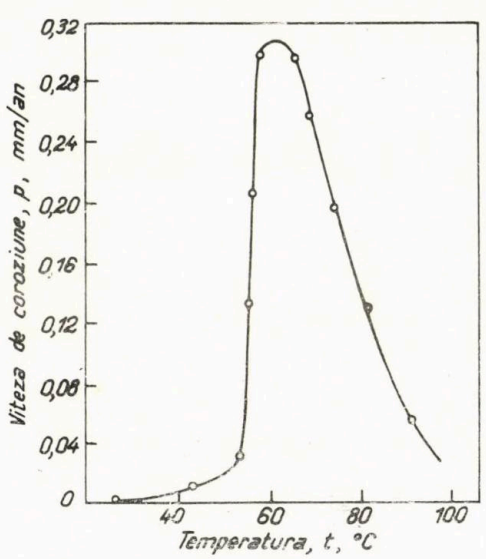



Fig. 16. Coroziunea zincului în apă distilată, funcție de temperatură.

care se formează sub 55°C şi peste 95°C faţă de proprietăţile slab protectoare ale produsului format între 55 şi 95°C.

**Influenţa temperaturii asupra coroziunii intercristaline şi sub tensiune mecanică**

Coroziunea intercristalină şi coroziunea sub tensiune mecanică constituie probleme frecvente şi de mare intensitate, investigaţiile fiind îndreptate, în special, în direcţia stabilirii influenţei temperaturii asupra fisurării corosive şi a oboselii la coroziune.

Pentru a stabili efectul temperaturii, trebuie să se delimiteze acei factori care afectează procesul de coroziune şi anume :

(1) —structura, tratamentul şi starea suprafeţei metalului ;
(2) —compoziţia chimică ;
(3) —timpul şi ritmul tensiunii aplicate ;
(4) —natura şi valoarea tensiunii aplicate ;
(5) —natura mediului corosiv ;
(6) —prezenţa şi activitatea gazelor dizolvate ;
(7) —temperatura.

Cercetările efectuate [30, 31, 32] au dus la stabilirea influenţei primilor factori (1—6) asupra procesului de coroziune.

În ceea ce priveşte influenţa temperaturii, cercetările au arătat că timpul de distrugere al metalelor prin coroziune intercristalină şi sub tensiune mecanică scade în mod marcant, o dată cu creşterea temperaturii (fig. 17). Pornind de la date experimentale H o a r şi H i n e s [33] au stabilit o relaţie empirică de forma :

$$\tau_f = A \cdot e^{-\frac{B}{T}} \qquad (17)$$

similară cu ecuaţia lui Arrhenius, care permite determinarea timpului de iniţiere a fisurii la temperaturi ridicate.

Influenţa temperaturii asupra coroziunii prin oboseală a fost studiată [5] în intervalul 0—70°C, rezultatele studiului fiind prezentate în figura

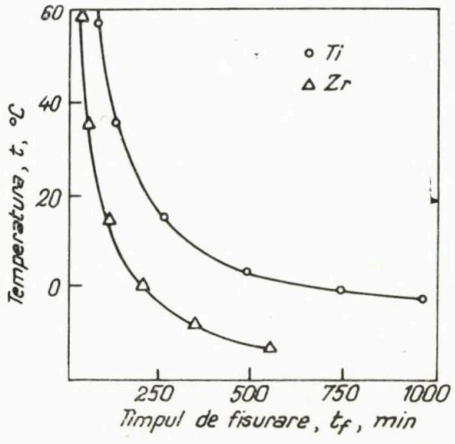



Fig. 17. Efectul temperaturii asupra timpului de fisurare a titanului şi zirconiului într-o soluţie de 0,4% metanol.

18. Relaţia liniară obţinută prezintă un minim la temperatura de 46°C, ceea ce arată că, pe măsură ce temperatura creşte, procesul de coroziune se accelerează şi numărul de cicluri pînă la rupere scade.

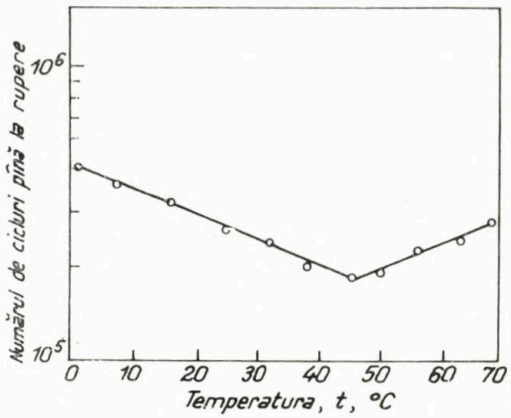



Fig. 18. Influenţa temperaturii asupra rezistenţei la oboseală prin coroziune a fierului Armco, în soluţie 0,5 N NaCl, la o frecvenţă de 7500 cicluri/min sub o tensiune de 40 kgf/mm².

Creşterea în continuare a temperaturii duce la mărirea numărului de cicluri, datorită micşorării solubilităţii oxigenului şi a reducerii vitezei de depolarizare.

Rezultate similare au fost obţinute şi de B u t t e r [5], care a stabilit că valoarea rezistenţei fierului la coroziune de aproximativ $10^6$ cicluri se reduce la jumătate, sub o tensiune de 12 kgf/mm², prin creşterea temperaturii de la 15 la 45°C.

Pe de altă parte, utilizarea hidrogenului sub presiune la temperaturi ridicate (procesele din industria chimică, şi petrochimică) duce la distrugeri corosive, manifestate prin decarburare internă şi fisurare intercristalină. Acest fenomen, cunoscut sub numele de „hydrogen attack", este însoţit de o reducere a ductilităţii şi a proprietăţilor mecanice a metalului. Figura 19 prezintă diagramele atacului de hidrogen exprimat în procente (atacul hydrogenului este descris ca o modificare a proprie-

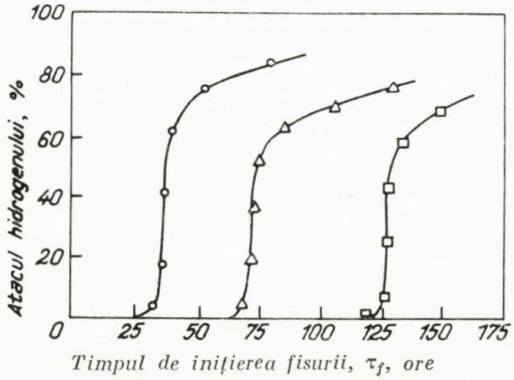



Fig. 19. Atacul hidrogenului funcţie de timpul de expunere pentru diferite temperaturi :
□ 425°C ; Δ 480°C ; O 540°C la o presiune a hidrogenului de 35 kgf/cm²

ăţilor mecanice), funcţie de timpul de expunere pentru diferite temperaturi.

Se constată că influenţa temperaturii asupra atacului de hidrogen se manifestă, în special, printr-un efect pronunţat asupra timpului de iniţiere a fisurii.

## Rolul bacteriilor în coroziunea la temperaturi ridicate

Bacteriile prezente în apele industriale, în sol, în atmosferă etc. pot provoca distrugerea metalului, fie direct prin :

— acţiunea chimică (producerea de agenţi corosivi $CO_2$ ; $H_2S$ ; $H_2SO_4$, $NH_3$ etc) ;

— deplasarea sistemului electrochimic,

fie indirect, prin : formarea „depozitelor" care duc la coroziunea prin aerare diferenţială.

Dintre toate microorganismele, bacteriile sulfat reducătoare „Desulfovibrio desulfuricans" au un rol important în procesul de coroziune al oţelului. În figura 20 se prezintă schematic procesul de coroziune al oţelului sub acţiunea bacteriilor sulfat-reducătoare.

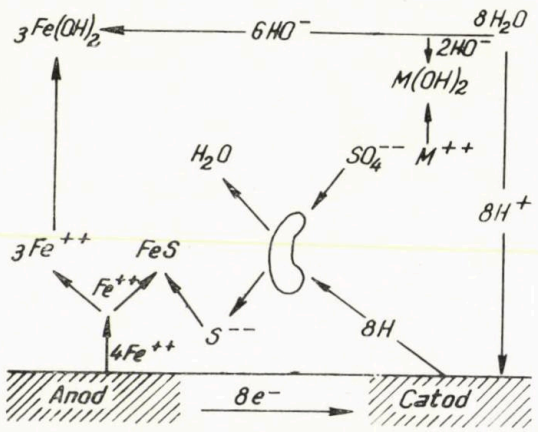



Fig. 20. Reducerea sulfaţilor.

În ceea ce priveşte influenţa temperaturii, s-a stabilit că bacteriile sulfat-reducătoare formează spori capabili de a se dezvolta pînă la temperatura de 50°C (fig. 21) şi să reziste la fierbere timp de trei ore [34].

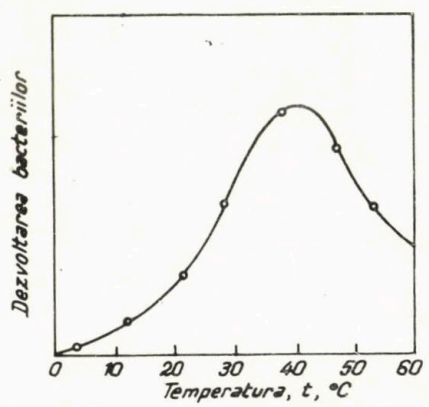



Fig. 21. Influenţa temperaturii asupra dezvoltării bacteriilor.

În industria petrolieră, probleme de coroziune, în care cauza principală o constituie prezenţa bacteriilor sulfat reducătoare, se semnalează în procesul de foraj şi de extracţie şi în condiţiile dezemulsionării ţiţeiului.

## Efectul temperaturii asupra pasivării metalelor

Pasivitatea reprezintă starea de rezistenţă mare la coroziune a metalelor şi a aliajelor (în condiţii în care din punct de vedere termodinamic sînt active) provocată, de micşorarea vitezei procesului anodic sub acţiunea deplasării potenţialului spre valori electropozitive [21]. Această stare se menţine pînă la atingerea potenţialului reversibil al oxigenului la care începe degajarea gazului [21]. Temperatura influenţează, de asemenea, procesul de pasivare. Astfel, Okamoto ş.a. au arătat că în pelicula nichelului pasivat anodic în acid sulfuric 1 N se produc transformări considerabile la temperaturi ridicate. Mai tîrziu, alţi autori [7] au confirmat aceste observaţii şi au stabilit că temperatura ($T_i$) în jurul căreia se produc transformări în filmul pasiv este dependentă de concentraţia acidului, conform ecuaţiei empirice :

$$\frac{1}{T_i} \cdot 10^3 = -0{,}11\ pH + 3{,}04 \qquad (18)$$

Figura 22 prezintă efectul temperaturii asupra pasivării anodice a titanului într-o soluţie ce conţine 0,9 M NaCl—0,1 M HCl. Se constată că densitatea critică a curentului de pasivare creşte cu temperatura, cu o viteză corespunzătoare unei energii de activare de aproximativ 11 cal/mol şi că potenţialul critic de pasivare nu este afectat, în mod sugestiv, de temperatură.

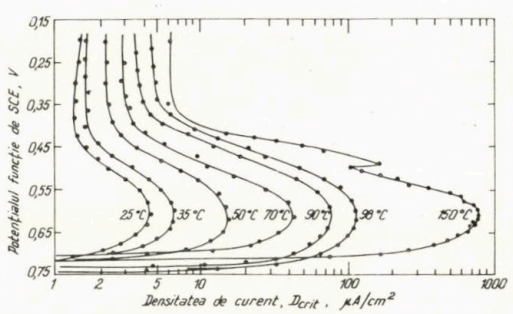



Fig. 22. Efectul temperaturii asupra pasivării anodice a titanului.

Pe de altă parte, dependenţa liniară dintre logaritmul densităţii critice a curentului şi inversul temperaturii absolute (fig. 23) pune în evidenţă [8] relaţia empirică :

$$\ln D_{crit} = A - \frac{E}{RT} \qquad (19)$$

similară cu ecuaţia lui Arrhenius.

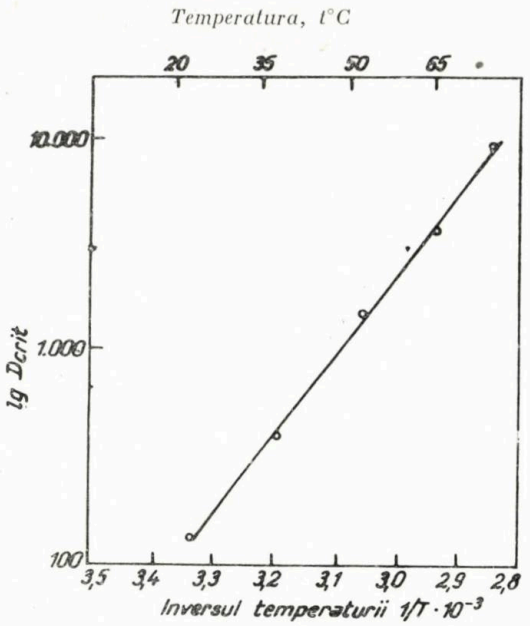



Fig. 23. Efectul temperaturii asupra curentului critic de pasivare a aliajului Ti-6 Al-6 V-2 Sn într-o soluţie de 2% $H_2SO_4$.

De asemenea, s-a stabilit că, pentru orice temperatură, densitatea critică a curentului de pasivare este proporţională cu concentraţia acidului (fig. 24).

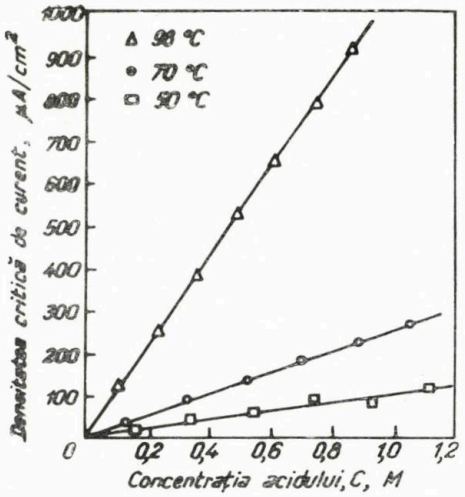



Fig. 24. Efectul concentraţiei acidului clorhidric asupra densităţii critice a curentului de pasivare a nichelului.

Toate aceste exemple pun în evidenţă rolul deosebit de important pe care-l are temperatura în procesul de coroziune.

## Concluzii

1. La temperaturi ridicate, procesul de coroziune se supune, în general, legilor cineticii chimice.

2. Timpul de distrugere al metalelor prin coroziune intercristalină şi sub tensiune mecanică scade pe măsură ce temperatura creşte.

3. Bacteriile sulfat-reducătoare formează spori capabili de a se dezvolta pînă la temperatura de 50°C.

4. Densitatea critică a curentului de pasivare creşte cu temperatura, pe cînd potenţialul critic de pasivare nu este afectat de temperatură.

## NOTAŢII

$K$ — constanta vitezei de coroziune;
$H$ — entalpia de reacţie;
$R$ — constanta gazelor;
$T$ — temperatura absolută;
$A$ — constantă absolută de reacţie;
$B$ — constanta definită prin $\frac{E}{R}$;
$Q$ — energia de activare;
$J$ — grosimea peliculei de oxid;
$D$ — coeficient de difuzie;
$\frac{\delta_c}{\delta_x}$ — gradient de concentraţie;
$D_o$ — constantă absolută de difuzie;
$E$ — forţa electromotoare;
$M$ — greutatea moleculară;
$\lambda$ — conductivitatea peliculei;
$n_e$ — numărul de transport al electronilor;
$n_a$ — numărul de transport al anionilor;
$n_c$ — numărul de transport al cationilor;
$\tau$ — timpul;
$\gamma$ — greutatea specifică a oxidului;
$F$ — constanta lui Faraday;
$Z$ — numărul de echivalenţi — gram;
$C$ — constantă de integrare;
$i_a$ — curent anodic;
$K$ — constantă;
$\alpha$; $\beta$; — coeficient subunitar;
$(\varphi_{ia} - \varphi_{rev} = \eta_a)$ — supratensiune anodică;
$(\varphi_{ic} - \varphi_{rev}) = \eta_c)$ — supratensiune catodică;
$\tau_f$ — timpul de fisurare;
$D_{crit}$ — densitatea critică a curentului.

## BIBLIOGRAFIE


1. Armijo, J. S. Integranulare Stress Corrosion Cracking of Austenitic Stainless Steels in Oxygenated High Temperature Water Corrosion, **24**, nr. 10, 1968, p. 319—324.
2. Wilde, B. E. The Influence of Hydrogen, Oxygen and Ammonia on the Corrosion Behavoire of Plain Carbon Steel in High Temperature Water, Corrosion, **24**, nr. 10, 1968, p. 338—343.
3. *** La corosion par les gas en fonction de la temperature. Synthese des comunications. Journées Européenes de la Corrosion, Paris, mai, 1962. Carrosion et Anticorrosion, **11**, nr. 1, ian., 1963, p. 4—8.
4. Neumann, P. D. Stress — Corrosion Cracking of Type 347 Stainless Steel and other Alloys in High Temperature Water. Corrosion, **19**, nr. 10, 1963, p. 343 t—350 t.
5. Kazarin, V. I. Influenţa cîtorva factori asupra oboselii la coroziune. Coroziunea şi protecţia metalelor, I.D.T., Bucuresti, 1960, p. 203.
6. Cornet, I. Influence of Temperature on Corrosion Fatingue. Corrosion, **15**, nr. 5, 1969, p. 262, t.

7. Myers, J. R. Observaţii asupra comportării nichelului şi cromului la temperaturi ridicate. Corrosion, **22**, nr. 2, febr. 1966, p. 32—36.
8. Milton, L. Anodic Behavoir of Titanium and Comercial Allays in Sulphuric Acid. Corrosion, **23**, nr. 8, 1967, p. 236—240.
9. Warren, D. Sulphide Corrosion Cracking of High Strenght Bolting Material. Corrosion **13**, nr. 10, 1957, p. 631 t—635 t.
10. Krueger, J. Room Temperature Oxidation of Iron at Low Pressure Corrosion, **20**, nr. 1, 1964, p. 29,t—34 t.
11. Arhorov, B. C. Voprosu o mehanizme ochislenia metalov. Zascita metalov, **6**, nr. 3, 1970.
12. Belin, P. Studiul cinetic al oxidării fierului la temperaturi ridicate sub influenţa presiunii oxigenului. Corrosion-Anticorrosion, **8**, nr. 8, 1960, p. 140—160.
13. Murray, A. S. Determinarea şi controlul coroziunii prăjinilor de foraj. World Oil, nr. 1, 1969, p. 75—80.
14. Simpson, J. P. How Corrosion are Water Base Completion Muds ? Materials Protection, dec. 1967.
15. Schremp, F. W. Folosirea oxigenului consumat, pentru calculul coroziunii externe a coloanelor de exploatare. J. of Petrol Technol. iul., 1961, p. 703—711.
16. Ben Sloat. Cum afectează coroziunea cu depolarizare de oxigen prăjinile de foraj. Oil and Gas J., iun., 15, 1970.
17. Bush, H. E. Procedeele folosite în mod curent pentru combaterea coroziunii prăjinilor de foraj. Drilling and Production Practice, 1966, p. 59—69.
18. Bradbery, B. W. Oxigenul este cauza coroziunii prăjinilor de foraj. Petrol Eng., **42**, nr. 13, dec. 1970, p. 50.
19. Stonehause, A. Coroziunea beriliului la temperaturi ridicate. Materials Protection, ian., 1965, p. 24—28.
20. Brichennall, C. E. Oxidarea fierului şi aliajelor acestuia la temperatură ridicată. Corrosion et anticorrosion, **10**, nr. 10, oct., 1963, p. 319—325.
21. Hagymaş, Gh. şi Firoiu, C. ş.a. Coroziunea şi protecţia metalelor. Ed. tehnică, Bucureşti, 1963.
22. Tomaşov, H. D. Teoria corozii zascito metalov. Izdatelstovo Academii Nauc., C.C.C.R., Moskva, 1960, p. 41, 55, 104, 119, 280.
23. Mc. Quillan, K. Comportarea la oxidare a titanului, niobiului şi aliajelor lor. Corrosion et Anticorosion, **10**, nr. 11, noiemb. 1962, p. 361—370.
24. Smetzer, W. Principles Applicable to the Oxidation and Corrosion of Meta's and Alloys. Corrosion, **11**, nr. 9, 1955, p. 366 t-370 t.
25. Hauff, K. Mecanismul oxidării metalelor şi a aliajelor. Corrosion et Anticorrosion, **10**, nr. 10, 1962, p. 328—342.
26. Akimov, G. V. Factors influencing Corrosion. Corrosion, **15**, nr. 9, 1959, p. 455 t-468 t.
27. * * * How to treat once through cooling sistems. Materials Protection, **3**, nr. 10, 1964, p. 18—20.
28. Frosch, J. Inhibition en phase liquide. Corrosion et Anticorrosion, **10**, nr. 7 şi 8, 1962.
29. West, R. C. Corrosion of Zinc in Pressurized Dilute Aqneous Solution Systems. Corrosion, **18**, nr. 11, 1962, p. 417 t— 420 t.
30. Seraphin, M. Caractéres principaux de la resistence a la corrosion du titane et de ses alliages. Corrosion—Traitments Protection—Finition, **18**, nr. 4, iun. — iul. 1970.
31. Warzec, M. Influenţa tratamentului suprafeţei metalelor asupra coroziunii în apă la temperaturi ridicate. Corrosion et Anticorrosion, **15**, nr. 2, 1967, p. 49—59.
32. Castagné, J. L. Ductibilitatea şi rezistenţa la coroziune a oţelurilor. Corrosion-Traitements—Protection, Finition, **18**, nr. 4, 1970, p. 218—224.
33. Thomas, C. K. Stress Corrosion of Type 304 Stainliess Steel în Chloride Environments. Corrosion, **20**, nr. 3 1964, p. 89 t- 92 t.
34. Gatellier, C.. Rôle des bactéries dans la corrosion par les eaux. Corrosion et anticorrosion, **11**, nr. 7—8, iul. aug. 1963, p. 257—263.

# Metode de combatere a coroziunii fisurate sub tensiune

M. V. Popa

În lucrare, sînt prezentate principalele metode de protecţie a metalelor şi aliajelor împotriva coroziunii fisurante sub tensiune şi a fisurării prin hidrogen, fiind redată, de asemenea, şi o clasificare a acestor metode.

Alături de coroziunea în pitting, coroziunea fisurantă sub tensiune şi fisurarea prin hidrogen sînt fenomene din cele mai periculoase, privind distrugerea pe care o provoacă asupra materialelor metalice şi, cu atît mai mult, cînd acestea se folosesc la confecţionarea de utilaje destinate să funcţioneze sub presiune sau sub eforturi mecanice mari. Astfel, cercetările privind mijloacele de combatere sau de evitare a acestor fenomene îşi găsesc justificarea lor practică.

Metodele de protecţie a metalelor şi aliajelor la aceste fenomene se pot clasifica în trei grupe principale şi anume :

1. Metode bazate pe reducerea tensiunilor interne.

2. Metode bazate pe micşorarea intensităţii coroziunii.

3. Metodele bazate pe schimbarea compoziţiei aliajului.

Aceste metode principale de protecţie cuprind, respectiv, metodele :

1. 1. reducerea tensiunilor prin tratament termic ;

1.2. introducerea tensiunilor superficiale de compresiune;

1.3. schimbări de proiectare ;

2.1. folosirea acoperirilor protectoare ;

2.2. folosirea de inhibitori ;

2.3. protecţia electrochimică ;

2.4. schimbarea (alegerea) mediului corespunzător ;

3.1. alegerea materialului corespunzător ;

3.2. schimbarea compoziţiei materialului folosind diferite elemente de aliere.

## 1. Metode bazate pe reducerea tensiunilor interne

### 1.1. *Reducerea tensiunilor reziduale prin tratamente termice*

Este cunoscut faptul că, coroziunea fisurantă apare prin acţiunea comună a factorilor : chimici, electrochimici (mediul de reacţie) şi mecanici (tensiune mecanică aplicată sau reziduală). Cauza apariţiei tensiunilor reziduale în structura metalică este foarte diversă, aceasta putînd fi rezultatul unor procese de fabricare a metalelor, ca : laminare, sudare, asamblare, matriţare sau tratamente termice. În general, tensiunile reziduale din materialele metalice apar în cursul tuturor operaţiilor ce comportă deformări sau variaţii neuniforme de volum. Adesea, tensiunile reziduale apar în cursul tratamentelor termice şi al sudării metalelor. În primul caz, suprafaţa metalică se răceşte mai repede decît interiorul ei, care este atunci supus eforturilor de compresiune ce antrenează o deformare plastică, atîta timp cît temperatura este încă ridicată. Cînd temperatura continuă să scadă, piesa metalică devine rigidă şi interiorul ei nu se mai poate contracta liber. Vor apărea, atunci, în interiorul piesei, tensiunii mecanice, iar în partea superficială a acesteia, eforturi de compresiune. În cazul sudurilor, acestea provoacă încălziri locale importante, care, prin răcire, antrenează crearea de tensiuni reziduale în interiorul metalului.

Acţiunea tensiunilor reziduale conferă un caracter fragilizant metalului. Efectul cel mai important al acestora este de favorizare a coroziunii fisurante sub tensiune şi al fisurării prin hidrogen. Pe baza acestor tensiuni reziduale, se poate explica fragilizarea prin hidrogen a pieselor metalice, care nu sînt supuse unui efort de tensionare mecanică exterioară.

Eliminarea tensiunilor reziduale poate fi făcută printr-o deformare plastică locală, cu ajutorul tratamentelor termice. Astfel, o ridicare a temperaturii, urmată de o răcire lentă, elimină aceste tensiuni. Limita elastică şi modulul de elasticitate al metalului sînt, în general, micşorate printr-o ridicare a temperaturii. Dacă limita elastică scade mai rapid decît modulul de elasticitate, tratamentul termic poate elimina tensunile reziduale. Astfel, următoarele tratamente termice sînt considerate ca folositoare pentru eliminarea tensiunilor reziduale [1] :

— pentru alamă :

| | |
|---|---|
| 96 ore la 200 °C | 1 oră la 275°C |
| 48 ore la 225°C | 20 min. la 300°C |
| 5 ore la 250°C | 5 min. la 325°C. |

— pentru fontă :

1/2—5 ore la 475—600°C.

— pentru aliaj Fe—Ni—Cr :

1 oră la 600°C.

Temperatura unui astfel de tratament termic şi durata sa depind de compoziţia aliajului, de

ıatura şi gradul de deformare la care este supus cesta, de rezistenţa lui la coroziune fisurantă.

Răcirea, ce urmează tratamentului termic, rebuie să se facă lent, pentru a nu introduce oi tensiuni reziduale în aliaj. De aceea, după nlăturarea tensiunilor reziduale, structura metalică nu mai trebuie să fie obiectul unor operaţii care să creeze noi tensiuni reziduale, ca sudări de tuburi, flanşe etc.

Tratamentele termice care schimbă structura sau gradul de omogenitate al unui aliaj pot să determine imunitatea sau gradul de susceptibilitate al acesteia. Astfel, oţelul inoxidabil 21 Cr—11 Ni, încălzit la 1065°C, nu se fisurează în mediu de 10% $H_2SO_4$ +10% $CuSO_4$ la fierbere, dar printr-o recoacere la 540°C, cînd precipită carburile, al manifestă o fisurare intercristalină relativ rapidă [2]. Călirea oţelului inoxidabil tip 302 duce la o îmbunătăţire a rezistenţei acestuia la coroziune fisurantă în soluţie de $MgCl_2$ la fierbere. De asemenea, oţelurile călite s-au găsit a fi mai rezistente la fisurare prin hidrogen decît oţelurile normalizate [3, 4]. De aceea călirea este recomandată uneori pentru mărirea rezistenţei la fisurare, prin hidrogen, a aliajelor de înaltă rezistenţă mecanică.

Susceptibilitatea oţelurilor austenitice la fisurare, în medii ce conţin clor, poate fi micşorată prin încălzirea acestora la 1037,7°C şi răcire, sau prin stabilizare termică (încălzire la 900 °C timp de 2—6 ore) [5].

Efectul temperaturii de revenire asupra timpului de fracturare al oţelurilor în mediu de HCl 1% este redat în figura 1 [6]. Acest tratament

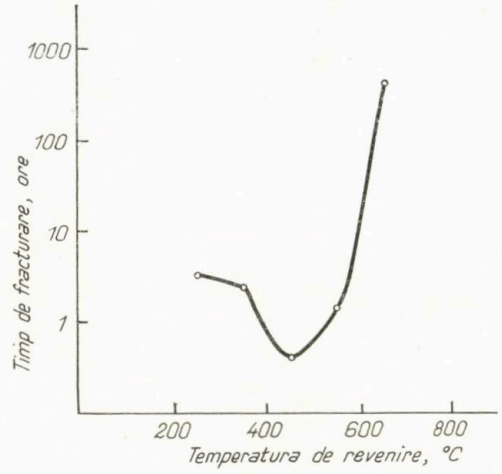



Fig. 1. Efectul temperaturii de revenire asupra timpului de fracturare al oţelurilor în mediu de 1% HCl.

afectează microstructura şi, deci, rezistenţa la fisurare a oţelurilor. În general, temperaturile de revenire mai mari duc la o mai mare rezistenţă la fisurare, după cum arată P h e l p s şi L o g i n o w [7], pentru un oţel cu 12% Cr.

Tratamentele termice recomandate pentru eliminarea coroziunii fisurante a unor aliaje sînt date în tabela 1 [8].

TABELA 1

**Tratamente termice recomandate pentru eliminarea corozunii fisurante sub tensiune pe diverse aliaje (temperatura şi timpul de încălzire al probelor)**

| Material | Temperatură, °C | Timp, h |
|---|---|---|
| aliaje de aluminiu | 230—260 | 1 |
| alamă | 200—300 | 1/2—1 |
| fier | 500—600 | 1/2—1 |
| oţel inoxidabil | 730—870 | 1—2 |
| aliaje de magneziu | 130—300 | 1/3—1 |
| aliaje de nichel | 600—650 | 1/2—1 |

Eliminarea tensiunilor reziduale prin crearea unor detensionări termice nu este întotdeauna practică, deoarece impune o structură grosieră metalului sau o deformare permanentă, dacă construcţia metalică are o configuraţie complicată. Deseori nu este practic să se detensioneze termic oţelurile inoxidabile austenitice, deoarece ele pot fi sensibilizate sub aspectul coroziunii intercristaline, în intervalul de temperatură 400—800°C. În acest caz, se prevede ca metalul să fie încălzit la o temperatură mai mare şi apoi răcit rapid. Un astfel de tratament poate fi, însă, ineficace, deoarece pot fi reintroduse tensiuni reziduale prin răcire rapidă. De asemenea, metoda eliminării tensiunilor reziduale prin tratamente termice nu poate fi folosită în cazul unor instalaţii cu structuri metalice diferite, avînd, deci, coeficienţi de dilatare diferiţi. În astfel de cazuri, se vor folosi altfel de metode pentru eliminarea sau reducerea tensiunilor interne.

1.2. *Introducerea tensiunilor superficiale de compresiune*

O altă metodă de eliminare a tensiunilor interne din metal se realizează făcîndu-l să sufere o deformare plastică, în urma căreia tensiunile interne să depăşească limita elastică a metalului. Astfel este metoda detensionării prin lovire, care creează eforturi de compresie superficiale, ce înlătură tensiunile interne. Un alt procedeu constă în efectuarea unor reacţii la suprafaţa metalică, ce au ca rezultat o creştere a volumului fazei metalice, ceea ce pune metalul într-o stare de compresiune. Un exemplu în acest sens este nitrurarea anumitor oţeluri în amoniac, la temperaturi ridicate, sau carburarea.

1.3. *Schimbări de proiectare*

Cînd procedeele de mai sus nu pot înlătura tensiunile interne din metal, metoda cea mai eficace este utilizarea unor procedee proprii, de proiectare, fabricare şi asamblare a pieselor metalice. Schimbările de proiectare pot preveni astfel coroziunea fisurantă a ansamblurilor metalice folosite în diversele medii agresive. Un exemplu de acest fel este folosirea

boilerelor din oțel sudat și nu din oțel nituit. La acestea din urmă, fisurarea (fragilizarea caustică) poate fi cauzată prin concentrarea unor substanțe solide în crăpăturile mici din îmbinările nituite. Acest fenomen nu se produce în cazul boilerelor sudate [9].

Cînd tensiunile interne nu pot fi eliminate în mod corespunzător, trebuie luate măsuri de micșorare a intensității coroziunii.

## 2. Metode bazate pe micșorarea intensității coroziunii

### 2.1. *Folosirea acoperirilor protectoare*

Este una din metodele folosite cu succes în combaterea coroziunii fisurante. Acoperirile protectoare sînt și ele funcție de natura metalului sau a mediului corosiv, în care acestea sînt folosite. În acest sens, acoperirile pot fi, fie metalice, fie nemetalice.

Dintre acoperirile metalice, eficace sînt acelea în care materialul de bază este acoperit cu un metal care are caracter electronegativ, realizîndu-se astfel o protecție catodică. Astfel, acoperirile cu un înalt conținut de zinc metalic oferă o protecție catodică și deci, menținerea duratei de viață a oțelurilor inoxidabile sau a aliajelor de înaltă rezistență mecanică, în diferite medii. Phelps și Loginow [7] au folosit acoperiri de Ni—Cd (prin electroplacare) sau de aluminiu (prin pulverizare) pentru un oțel 12 Cr—MoV. Aluminiul, de asemenea, se poate folosi ca material de acoperire a aliajelor de aluminiu, la fel ca zincul, ca material de acoperire pentru alamă.

Un tip aparte de protecție prin acoperiri metalice s-a obținut prin intercalarea metalului de protejat între două metale mai rezistente (procedeul sandwich). Protecția, prin acest procedeu, nu a fost folosită în industrie, datorită dificultăților tehnice și a micșorării proprietățile mecanice ale metalului acoperit.

Puține informații au fost raportate cu privire la calitatea protectoare a acoperirilor metalice pe oțel expus la medii ce conțin hidrogen, deci în cazul fisurării prin hidrogen. Cele mai semnificative date asupra acestei probleme au fost prezentate de Freiman și Titov [10]. Aceștia au folosit acoperiri de Cu, Sn, Pb, Ni. S-a constatat că acoperirea cu nichel de 0,1—2,5 $\mu$ a fost efectivă, ca și cea de Pb de 10 $\mu$ grosime, în cazul probelor polarizate catodic într-o soluție de $H_2SO_4 + NaAsO_2$.

Alte acoperiri metalice folosite în protecția materialelor contra fisurării prin hidrogen au fost de Cr, Au, Au—Ni, Ni, Cu, Cd. Uhlig și Matsushima [11] au folosit, de asemenea, diferite acoperiri pentru un oțel comercial 1055 de compoziție 0,52 % C, 0,81 % Mn, 0,01 % P, 0,01 % S, polarizat catodic într-o soluție de 6 % NaCl + 0,5 % $CH_3COOH$ saturată cu $H_2S$ la temperatura camerei. Acoperirile d grosimi cuprinse între 0,25—12,7$\mu$ s-au depu din băi chimice, realizîndu-se diverse acoperiri d Ni, Pb, Cu, Fe, Co, As. Acoperirea eficace a fos cea de Ni, de grosime 0,5$\mu$, și cea de Ni+As Acesta din urmă a fost eficace și în cazul încer cărilor în soluție de 5 % $H_2SO_4$ + tiouree.

Protecția unor oțeluri martensitice cu înalte caracteristici mecanice, contra fisurării prin hidrogen, s-a putut realiza și prin crearea unor bariere de penetrație a hidrogenului în metal, folosind depozite de Ni sau Cr, aplicat electrolitic și, respectiv, prin cromatizare în fază gazoasă [12].

O metodă practică de acoperire a metalelor, în scopul protecției contra coroziunii fisurante, o constituie folosirea acoperirilor nemetalice. Astfel, acoperiri realizate pentru un oțel cu 5 % Cr și 18 % Ni au fost din poliuretani, compuși anorganici cu zinc, lacuri epoxidice, etc. [6].

Prezența tensiunilor mecanice și a fisurilor în acoperirile metalice sau nemetalice au o acțiune defavorabilă. Din aceste cauze, aplicarea acoperirilor trebuie să fie făcută cu deosebită atenție în funcție de cazul particular, metal tensionat — mediu coroziv.

### 2.2. *Folosirea de inhibitori*

În cazul unor metode sau aliaje, coroziunea fisurantă poate fi prevenită prin introducerea de inhibitori în mediul coroziv. Aceștia micșorează susceptibilitatea metalelor la fisurare, mărind, deci, timpul de folosire al acestora în condițiile agresive ale mediului coroziv.

S-a găsit astfel că, adiția de 5 % $NaNO_3$ la soluția de 42 % $MgCl_2$ (soluție de testare a coroziunii fisurante) a extins timpul de fisurare a oțelului 18/8 de la 0,3 la 200 ore [13]. Adiția de 3 % NaCl la soluția de 60 % $Ca(NO_3)_2$ + 3 % $NH_4NO_3$, folosită ca mediu de testare a oțelului moale, a extins timpul de fisurare al acestuia, de la 4,5 la 200 ore [13]. Azotitul de sodiu inhibă coroziunea fisurantă a oțelului AISI 347 în medii ce conțin clor, cînd proporția molară azotit/clorură este cel puțin egală cu unitatea și cînd *p*H-ul soluției a fost de 10,5[14]. Același oțel a mai putut fi protejat prin eliminarea oxigenului din mediul coroziv, folosind sulfit de sodiu. S-a constatat că, combinația sulfit + nitrat apare superioară oricărui inhibitor folosit singur. Tot pentru același tip de oțel au mai fost încercați cu succes, ca inhibitori, octodecilamină și morfolină. Inhibitori cu funcție aminică au fost, de asemenea, folosiți în combaterea coroziunii fisurante a oțelurilor austenitice în soluții de $NH_4Cl$[5] sau în medii ce conțin $H_2S$[5].

Considerînd ipoteza lui Pickering și Swann [15] că prima treaptă în fisurarea transcristalină este apariția pittingurilor, unii autori [16] au arătat că oțelul 18/8 în soluție de $FeCl_2$ poate fi complet protejat prin adiție

e $NaNO_3$. Alți inhibitori folosiți în combatea coroziunii fisurante a oțelurilor martensitice în medii apoase au fost: $NaNO_2$ 0,1% la *p*H-ul mediului *8*), soluție saturată de $Na_2SiO_3$ (*p*H = 8), 1% *o*-fenantrolină (*p*H = 6)[3].

În cazul fisurării caustice a boilerelor, s-a constatat că fosfatul de sodiu micșorează fenomenul de coroziune creat de acțiunea NaOH din mediu [7,9]. Eficacitatea inhibitorilor încercați diferă în raport cu condițiile de serviciu a boilerelor. S-a observat că prezența $NaNO_3$, cît și creșterea raportului $Na_2SO_4/NaOH$ mărește timpul de fisurare al boilerelor [18].

Pentru fisurarea prin hidrogen, s-a mai constatat că, o serie de alcooli acetilenici scad cantitatea de hidrogen absorbită de oțel [19]. Datele de pînă acum arată că, folosirea inhibitorilor nu afectează, totuși, semnificant rezistența la fisurare și, deci, folosirea lor nu apare a fi o metodă sigură pentru prevenirea coroziunii fisurante.

### 2.3. *Protecția electrochimică*

Se consideră că cele mai multe aliaje susceptibile la fisurare devin imune cînd li se aplică un potențial negativ. Densitatea de curent solicitată este destul de mică (cîțiva $\mu A/cm^2$). În cazul cînd coroziunea fisurantă este creată de o coroziune localizată de-a lungul unor căi active prin metal, aplicarea curentului catodic suprimă reacția de coroziune și prin urmare mărește timpul de fisurare (viața probei metalice). În schimb, aplicarea unui curent anodic în acest caz, va scurta timpul de fisurare. Dar, pe de altă parte, fiindcă hidrogenul generat de reacția de coroziune este cauza coroziunii fisurante, aplicarea unui curent catodic prea intens poate să genereze și mai mult hidrogen și, deci, să micșoreze, în acest fel, timpul de fisurare. Astfel, se explică că aplicarea unui curent anodic va putea mări, uneori, timpul de fisurare, deoarece cantitatea de hidrogen generat va fi mai mică. Aceste comportări întăresc ipotezele privind rolul hidrogenului asupra mecanismului coroziunii fisurante. Efectul curentului aplicat metalului asupra timpului de fisurare este ilustrat în figura 2 [7].

Una din observațiile cele mai importante, care dezvăluie interacția factorilor de tensiune și a celor chimici, este dependența cantității de curent necesară protecției metalului pe un anumit domeniu de tensiune. O altă observație este că, fisurarea, o dată începută, poate fi uneori oprită prin aplicarea protecției catodice, în cazul coroziunii fisurante sub tensiune. Acest din urmă caz s-a putut demonstra pentru aliaje de magneziu [20] și pentru oțeluri inoxidabile [21—24]. Protecția catodică se poate folosi cu rezerva să nu existe alte cauze legate de fragilizarea datorită hidrogenului, cum este cazul aliajelor de înaltă rezistență mecanică în medii ce conțin $H_2S$ [25]. În astfel de situații, aplicarea protecției anodice a fost eficace, ca în cazul oțelului de compoziție: 0,2%C, 17,9% Cr, 8,3% Ni, 0,87% Mo, 0,66% Mn, care a

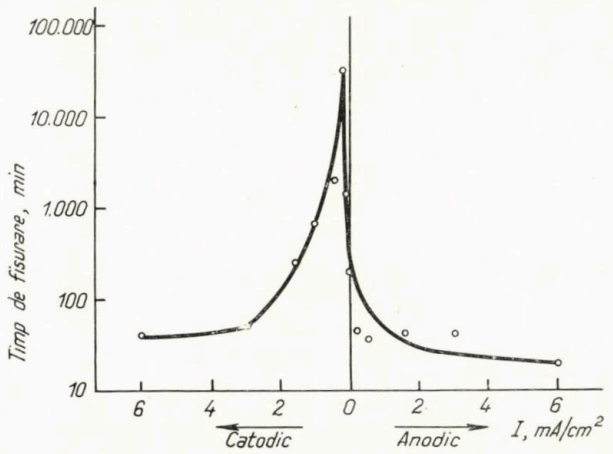



Fig. 2. Timpul de fisurare al materialului metalic în funcție de densitatea de curent aplicată acestuia.

fost protejat anodic prin aplicarea unei densități de curent de + 600 mV într-o soluție de 30% $H_2SO_4$ + 1% NaCl [26].

### 2.4. *Alegerea (schimbarea) mediului*

Uneori, este posibil să se modifice mediul de reacție și să se prevină astfel coroziunea fisurantă. Aceasta se face cînd se știe acțiunea corosivă a anumitor medii. De exemplu, în cazul reactorilor nucleari, la instalațiile de răcire cu apă construite din oțel inoxidabil, conținutul de clor și în oxigen se caută a se menține la o valoare redusă ($\leqslant$ 1 p.p.m. pentru clor și 20 $\gamma$ pentru oxigen). Mediul de coroziune poate fi făcut, de asemenea, mai puțin periculos prin schimbarea *p*H-ului. Astfel, în cazul fisurării prin hidrogen se caută menținerea soluției la *p*H $>$7 (preferabil *p*H = 8—9). Tot în aceste cazuri, este de menționat că, prezența ionilor $CN^-$ în mediu agravează acțiunea corozivă, chiar în domeniul de *p*H alcalin. Se preconizează atunci conversia în tiocianați sau acid tiocianic, care va înlătura fisurarea materialului metalic [27]. De asemenea, cunoscînd faptul că urmele de apă în hidrogenul gazos sînt un factor important în fisurarea aliajelor înalt rezistente [5, 28] se evită prezența apei, prin aplicarea unor tehnologii speciale de uscare.

## 3. Metode bazate pe schimbarea compoziției aliajului

Aceste metode se bazează, fie pe alegerea materialului metalic corespunzător, fie folosind diferite elemente de aliere care să mărească rezistența aliajului la coroziune fisurantă. Aceste măsuri protectoare se aplică atunci cînd celelalte măsuri prezentate nu sînt practice.

Majoritatea studiilor privind influenţa elementelor de aliere s-au făcut pe oţeluri inoxidabile. S-a observat astfel că, adiţiile de Ni, Si îmbunătăţesc rezistenţa la coroziune fisurantă a oţelurilor. C o p s o n [29] a arătat că, oţelurile Fe—Ni—Cr ce conţin mai mult de 45% Ni sînt imune la fisurare în soluţie de $MgCl_2$ la fierbere (fig. 3). Aceasta este în acord

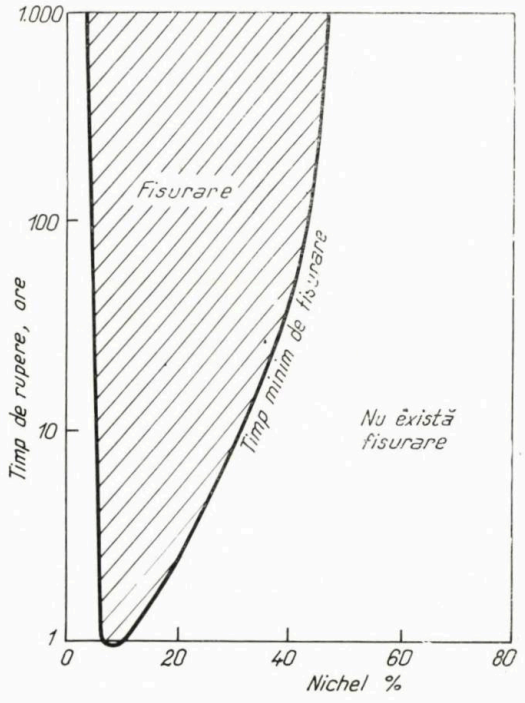



Fig. 3. Influenţa conţinutului de Ni asupra timpului de rupere al aliajelor Fe-Cr-Ni în 42% $MgCl_2$ la fierbere.

cu observaţiile experimentale. Întrucît mediul de testare este sever, poate fi posibil ca acele aliaje cu un conţinut intermediar de nichel să arate comportări satisfăcătoare în alte condiţii de lucru. Date asemănătoare celor lui Copson au fost obţinute şi de G r a f [30] pentru sisteme de aliaje omogene.

Adiţia de Si este şi ea foarte importantă. Astfel, un conţinut de 3—4% Si suprimă susceptibilitatea la coroziune fisurantă a oţelurilor Fe—Cr—Ni în soluţii de $MgCl_2$ [31].

Alte studii au arătat că există un conţinut minim de azot necesar pentru susceptibilitatea la coroziune fisurantă sub tensiune a aliajelor Fe—Ni—Cr, aceasta fiind de 0,03—0,05% [32]. S-a găsit de asemenea, că adiţia de Co la oţelul 18/8 sau la cel 25/20 măreşte rezistenţa la fisurare sub tensiune al acestora [33].

În cazul coroziunii fisurante prin hidrogen, studiile privind efectul elementelor de aliere au arătat că, creşterea conţinutului de Mo, Mn şi Ni, scade rezistenţa la fisurare în medii ce conţin $H_2S$, în timp ce creşterea conţinutului de Al, Ti sau V măreşte rezistenţa la fisurare [2, 34, 35]. Aceeaşi acţiune favorabilă o ar şi conţinutul de Si şi W din oţel [36—38]

Oţelurile austenitice pot fi folosite în soluţi fierbinţi de azotaţi, care fisurează, în general oţelurile carbon [9]. Folosirea oţelurilor cu structuri $\gamma$ este de recomandat faţă de cele cu structuri $\alpha$, în cazul cînd există coroziune fisurantă prin hidrogen. De asemenea, în cazu coroziunii fisurante sub tensiune, folosirea metalelor cu structuri $\alpha$, care sînt mai rezistente, se recomandă în locul metalelor cu structuri $\gamma$. Totuşi, substituirea unui oţel cu un altul, spre a preveni coroziunea fisurantă, nu este întotdeauna economică deoarece necesită, uneori, proiectarea din nou a utilajului, pe lîngă cheltuielile suplimentare pentru înlocuirea celor vechi. De aceea, se caută mai mult folosirea metodelor bazate pe reducerea tensiunilor interne sau pe micşorarea intensităţii coroziunii.

## Concluzii

Se poate spune că, un număr mare de factori acţionează asupra coroziunii fisurante sub tensiune sau asupra fisurării prin hidrogen, în aşa fel încît metodele de combatere ale acestor fenomene vor trebui elaborate pentru fiecare caz specific în parte, după cunoaşterea prealabilă a factorilor particulari, care acţionează asupra metalului respectiv, deci după o aprofundată cercetare a condiţiilor specifice ce creează fisurarea. Pe baza aceasta, se va putea aplica metoda de combatere a coroziunii fisurante cea mai eficace şi cea mai economică instalaţiei metalice studiate.

### BIBLIOGRAFIE


1. A d e n i s, D. şi B l a n c h a r d, P. Fragilité et fragilisation des métaux et des alliages, Dunod, Paris, 1963.
2. B a r n a r t t, S. Corrosion, **19**, 1963, 331t.
3. R h o d e s, P. R. Corrosion, **25**, 1969, p. 462,
4. S n a p e, E. Corrosion, **23**, 1969 p, 154.
5. B a c k e n s t o, E. B. şi Y u r i c k, A. N. Corrosion, **18**, 1962, 196t,
6. K e n n e d y, J. şi W i t t a k e r, J.A. Corrosion Sci, **8**, 1968, p. 369.
7. P h e l p s, E.H. şi L o g i n o w, A.L. Corrosion, **16**, 1960, p. 325.
8. C o p s o n, H.R. Corrosion Handbook, ed. Uhlig, H.H., Willey, J. & Sons, New York, 1948, p. 569.
9. B a t e s. J. F. şi L o g i n o w, A.W. Corrosion, **20**, 1964, 189 t.
10. F r e i m a n, L. şi T i t o v, V. Zhur. fiz. Khim, **30**, 1956, p. 882.

11. Matsushima, I. şi Uhlig, H. H. J. Electrochem. Soc. **113**, 1966, p. 555.

12. Pinard Legry, G. şi Montuelle, J. Corrosion et Anticorrosion, **17**, 7, 1969.

13. Uhlig, H.H. Proceedings of Conference, Fundamental Aspects of Stress Corrosion Cracking, National Association of Corrosion Engineers, Houston, 1969, p. 86.

14. Phillips, J.H. Corrosion, **15**, 1969, p. 15.

15. Pickering, H.W. şi Swann, P.R. Corrosion, 1963, 337 t.

16. Uhlig, H.H. şi Gilman, J.R. Z. physik. Chem. **226** 1964, p. 127.

17. Newmann, P.D. şi Griess, J.C. Corrosion **19**, 1968, 345 t.

18. Szeczepanski, M. The Britlleness of Steel, Willey, J. & Sons, New York, 1963.

19. Keoney, B.B. şi colab. Materials Protection, **7**, 1968, p. 23.

20. Timonova, M.A. Intercrystalline Corrosin and Corrosion of Metals under Stress, ed Levin, L.A. Leonard Hill, Ltd., London, 1963, p. 263.

21. Barnartt, S. şi Van Rooyen. D. J. Electrochem. Soc. **108**, 1961, p. 222.

22. Uhlig, H. H. şi Lincln, J. J. Electrochem. Soc., **105**, 1958, p. 325.

23. West, J. M. şi Honeycombe, Corrosion et Anticorrosion, **13**, 1965, p. 360.

24. Barnartt, S. Corrosion, **18**, 1962, 322 t.

25. Phelps, E. H. şi Mears, R.B. First International Congress on Metallic Corrosion, Butterworths, London, 1962, p. 319.

26. Juchniewicz, R., Pompowski, T. şi Walaszkowski, J. Corrosion Sci., **6**, 1966, p. 25.

27. Class, J. 2 International Congress on Mettallic Corrosion, National Association of Corrosion Engineers Houston, 1966, p. 342.

28. Gutzeit, J. şi Thygeson, J.R. Corrosion, **23**, 1967, p. 318.

29. Copson, H.R. Physical Metallurgy of Strees Corrosion Fracture, ed Rhodin, T. N. Interscience Publishers, New York, 1959, p. 247.

30. Graf, L. Stress Corrosion Cracking and Embrittlement, ed, Robertson, W. D. Willey, J. Sons, New York, 1956, p. 48.

31. Hines, J.G. Corrosion Sci., **1**, 1961, p. 21.

32 Uhlig, H. H. şi Sava, J. P. Corrosion Sci. 5, 1965, p. 291.

33. Latanision, R.M. şi Staehle. R.W., Corrosion Sci, **5**, ref. 13, p. 214.

34. Treseder, R. S. şi Swanson, T.M. Corrosion, **24**, 1968, p. 31.

35. Snape, E. Corrosion, **24**, 1968, p. 261.

36. Cauchois, L. şi colab. Corrosion, **13**, 1957, 263 t.

37. Voeltzel, J. Corrosion et Anticorrosion, **15**, 1967, p. 379.

38. Swann, P., Corrosion, **19**, 1963, 102. t.

# CRONICĂ

## EXPOZIȚIA STATELOR UNITE ALE AMERICII — USATECH — '73,

### 12 — 16 noiembrie, București

În ziua de 12 noiembrie a.c., în cadrul complexului expozițional al Tîrgului internațional București, a fost inaugurată expoziția S.U.A., consacrată tehnologiei și echipamentului în industria petrochimică.

Expoziția a fost deschisă de către Robert I. Martens, însărcinatul cu afaceri ad-interim al S.U.A. la București. Din partea R.S. România a luat cuvîntul Mihail Florescu, ministrul industriei chimice din România.

La solemnitate au participat reprezentanți ai unor ministere economice institute de cercetări și centrale industriale din Capitală.

Expoziția a fost organizată între 12 și 16 noiembrie a.c. de Ministerul Comerțului al S.U.A., în colaborare cu Ambasada Statelor Unite la București.

Un număr de 25 de firme americane de specialitate au prezentat produse, procedee tehnologice și utilaje specifice industriei petroliere și petrochimice.

Expoziția a constituit un fructuos schimb de experiență și de informații, în probleme de specialitate și de marketing, între S.U.A. și România, țări cu o veche tradiție în extracția și prelucrarea petrolului.

În cadrul standurilor au putut fi vizionate o gamă variată de echipamente, procede tehnologice în domeniul rafinării petrolului, în petrochimie, precum și o serie de produse chimice și materiale utilizate în aceste sectoare, ca și aparatură de control și automatizare. Printre acestea, menționăm cromatografe cu gaz, electrozi de ioni, contoare de *p*H, spectrofotometre etc.

În domeniul prelucrării datelor, expoziția a prezentat, printre exponatele sale, calculatoare electronice cu program, înregistratoare grafice $x-y$, aparatură numerică pentru strîngerea datelor, înregistratoare rapide de date etc.

Sectorul industriei de petrol și gaze a suscitat mult interes. Astfel, firma Welt International Corporation din Chicago a prezentat instalații de foraj, echipamente hidraulice de manipulare a țevilor de extracție, echipamente și sisteme de pompare, rezervoare de depozitare, echipamente, instalații și aparatură pentru prospectarea zăcămintelor etc. De asemenea, firma Wito Chemical Corporation din New York, prima producătoare de sulfonați de petrol pe piața mondială, a prezentat diferite sisteme anticorosive de lungă durată. Aceste produse acționează prin hidrofilare extremă, reduc tensiunile interfaciale lichid-lichid, lichid-solid și întreține proprietățile de emulsionare și dispersie, absorb umiditatea și dispun de calitatea de permeabilitate pentru soluțiile de lubrifiere.

Noroaiele de foraj cu emulsie de ulei, care conțin sulfonați de petrol solubil în ulei, acționează ca un lubrifiant pentru sapa de foraj și îndepărtează detritusul din zona de acțiune a sapei.

Firma Foxboro Company a fost prezentă la expoziție cu o gamă largă de aparate de măsură și control în cadrul unor procese variabile, cum sînt: fluxul, temperatura, presiunea, nivelul lichidului, măsurarea *p*H-ului etc.

Firma Standard Oil Company (Indiana) a prezentat în cadrul expoziției un bogat material ilustrativ, referitor la procedeele tehnologice elaborate de unitățile operative ale firmei AMOCO în domeniul prospectării, producerii, rafinării de petrol și gaze naturale, precum și cel al industriei petrochimice. Un sector special este consacrat activității de cercetare, de stabilire a unor procedee tehnologice și aplicării acestora în practică.

Tehnicile aplicate de firmă vizează, de asemenea, optimizarea valorificării acestor importante resurse naturale.

Au fost prezentate schemele unor rafinării de petrol complet automatizate, cu o mare capacitate de prelucrare și diferite sisteme de transformare catalitică, prin care se pot obține benzină fără plumb, cu cifră octanică de plus 100, precum și combustibili convenționali.

În urma vizitării exponatelor firmei Standard Oil din Indiana au reieșit preocupările sale referitoare la ocrotirea mediului înconjurător, producția de lubrifianți, aditivi, îngrășăminte, detergenți, solvenți, ceruri și parafine, cărbune superactiv, precum și proteine din petrol.

Firma Sealol Corporation a prezentat o gamă largă de fitinguri destinate proceselor în care sînt implicate fluide de înaltă viscozitate și cu un pronunțat caracter abraziv, precum și fitinguri de teflon pentru pompe. Ele sînt utilizate, în special, în procese de prelucrare a polimerilor vîscoși, cum ar fi polipropilena, clorura de polivinil, polietilena, latexul și stirenul, a fluidelor termosenzitive, cum sînt: oxidul de etilenă, bisfenolul etc.

Aceste fitinguri pot lucra la temperaturi deosebit de înalte (pînă la 800°F).

Pe lîngă acestea, în cadrul expoziției au mai fost prezentate sifoane de abur, filtre, produse pentru transferul energiei calorice, lichide ignifuge și procedee de combatere a incendiilor în industria petrochimică, aparate de măsură și control ale firmei Perkin Elmer Corporation, utilizate în rafinăriile de petrol și gaze naturale.

De asemenea, au mai fost expuși noi catalizatori utilizați în rafinarea petrolului, în industria petrochimică și a materialelor plastice.

Și-au mai prezentat produse firmele: Air Products Chemicals, Inc. Houdry Division, Armstrong Machine Works, Beckman Instruments Inc., Computer Design Corporation, Enngelhard Minerals Chemicals Corp., Gulf Research Development Co., Harshaw Chemical Company, Monsanto, Orion Research Incorporated, Philips Petroleum Company, Tenneco Chemicals Inc., The M.W. Kellogg Company, Thermon Manufacturing Company, Universal Oil Products Company, Vidar Corporation.

În cadrul expoziției au fost organizate simpozioane unde au fost prezentate referate pe temele: „Pregătirea lucrărilor din industria petrochimică", „Optimizarea producției de etilenă cu ajutorul cromatografiei industriale de gaz", „Petrochimia — sursă de bunuri de consum" ș.a., la care au participat un număr însemnat de specialiști din țara noastră.

Expoziția USATECH- '73 a oferit o imagine globală a stadiului actual al industriei petroliere și petrochimice din S.U.A.

**Din sonde inactive noi capacităţi de producţie**

Sondorii schelelor de extracţie din cadrul Combinatului petrolului din Moineşti acordă o atenţie deosebită aplicării unui întreg complex de măsuri care să creeze posibilitatea reintegrării în circuitul procesului de extracţie a cît mai multor sonde inactive. Au fost activizate, în acest an, mai mult de 30 de sonde, la Modîrzău şi Zemeş, de la care, în prezent, se obţine o producţie bună de ţiţei. Paralel cu eforturile depuse pentru continua creştere a coeficientului de exploatare a sondelor — indicator care a cunoscut, în prima parte a anului, un spor de 2,5 la sută, faţă de aceeaşi perioadă din anul 1972, colectivele de petrolişti, tehnicienii şi inginerii din cadrul combinatului acţionează, în continuare, pentru ca, în acest an, fondul de sonde inactive să fie diminuat la maximum.

**Angajamentele petroliştilor se înfăptuiesc cu succes**

Continuînd să desfăşoare în ritm susţinut întrecerea socialistă pentru înfăptuirea angajamentelor luate, petroliştii Schelei Băicoi adaugă noi succese în bilanţul activităţii economice. Sporul producţiei globale a fost, în cele 8 luni ale acestui an, cu peste 1 700 000 lei mai mare faţă de prevederi, în timp ce planul la ţiţei extras a fost depăşit cu aproape 3 la sută. Întregul spor al producţiei a fost obţinut prin creşterea cu aproape 2,5 la sută peste plan a productivităţii muncii. Merită relevat şi faptul că, în perioada amintită, cheltuielile de producţie planificate au fost reduse cu 13 lei, iar cheltuielile materiale cu peste 9 lei.

**Prin extinderea metodelor avansate de extracţie**

În exploatarea zăcămintelor de ţiţei din cadrul Schelei de extracţie Moreni, metodele tehnice avansate ocupă un loc important. Dintre acestea, injecţia ciclică de abur este considerată cea mai nouă şi eficace formă de recuperare a ţiţeiului din zăcămînt. Această metodă a fost extinsă treptat în schelă, începînd din anul 1966, mai întîi experimental. În anul 1973, metoda se aplică la 36 de sonde. În anul 1974, numărul sondelor la care se va aplica această metodă aproape se va dubla. După calculele făcute, prin extinderea acestei metode va fi posibil ca sarcinile planului cincinal să fie realizate cu 149 zile mai devreme.

**Medalia de aur pentru o instalaţie de foraj românească**

Instalaţia românească de foraj „F-320 —3DH", realizare a constructorilor de maşini de la Uzinele „1 Mai" Ploieşti, a primit medalia de aur a celei de-a XV-a ediţii a Tîrgului internaţional de maşini de la Brno. În competiţia pentru obţinerea celor 35 de medalii, atribuite de expoziţia din această toamnă a tîrgului, au concurat 23 de ţări. Juriul, alcătuit din specialişti ai ţării gazdă, a trebuit să selecţioneze din 390 de produse pe acelea care întrunesc în cel mai înalt grad exigenţele contemporane. Ca şi multe alte realizări ale tehnicii româneşti — autocamionul Roman, autoturismul de teren, maşini de prelucrat metale şi altele — instalaţia de foraj a stîrnit un viu interes în rîndul specialiştilor, cît şi al publicului larg.

**Turn de răcire cu tiraj forţat**

În vederea continuităţii procesului tehnologic de producere a gazolinei, la staţia de degazolinare a Schelei de extracţie Craiova a fost dat în folosinţă un turn de răcire a apei cu tiraj forţat. Tot un astfel de turn înalt de 15 metri, avînd o capacitate de răcire de 75 m³/oră, care se construieşte în prezent, va fi folosit pentru răcirea instalaţiei noii staţii de compresoare.

**Ţiţeiul — valorificat superior**

Uzina de petrol, din cadrul Combinatului petrochimic-Borzeşti, realizează 35 de produse, printre care: benzine cu cifră octanică ridicată, fracţiuni aromatice, gaze pentru chimizare, extract aromat pentru fabricarea negrului de fum etc.

În 8 luni din acest an valoarea produselor superioare obţinute din fiecare tonă de ţiţei a crescut, înregistrîndu-se astfel o producţie marfă suplimentară în valoare de aproape 20 milioane lei. Acestea se concretizează, între altele, în circa 18 000 t de benzine, 3 400 t fracţiuni aromatice, 11 500 t extract pentru negru de fum, însemnate cantităţi de gaze pentru chimizare, petrol, motorine, cocs etc.

**Imperativul economic al deceniului**

La Rafinăria Teleajen, se aplică cu succes iniţiativa „Imperativul economic al deceniului" caracterizată prin folosirea tuturor mijloacelor şi metodelor de muncă în scopul descoperirii resurselor existente în toate sectoarele de activitate. În fiecare decadă a lunii se analizează şi se rezolvă o problemă economică importantă a rafinăriei. Pe această cale, au fost aplicate pînă acum peste 50 de măsuri eficiente care au contribuit la realizarea unor economii de pe urma reducerii consumurilor specifice în valoare de peste 700 000 lei. Totodată, s-a reuşit să se respecte exemplar tehnologiile de fabricaţie în toate instalaţiile.

**Efectul Coandă aplicat la dispozitive pentru gaz metan**

Centrul de cercetare şi proiectare gaz metan, creat recent în cadrul Centralei gazului metan — Mediaş, realizează studii de rezerve, procedee de exploatare, proiecte de instalaţii tehnologice, de drumuri de acces, noi tipuri de arzătoare ş.a. Preocupările specialiştilor se extind în prezent asupra diverselor dispozitive de automatizare şi supraveghere a proceselor de ardere, precum şi asupra proiectării de instalaţii de uscare, tratare şi comprimare.

Au fost create 16 noi arzătoare; a fost realizat un schimbător de căldură gaze arse-aer, utilizîndu-se efectul Coandă pentru aspiraţie de aer de combustie. În curs de finalizare se află un nou tip de arzător şi noi prototipuri de arzătoare cărora li se va aplica efectul Coandă.

**Metoda românească de combatere a viiturilor de nisip**

Pentru combaterea formării dopurilor de nisip, specialiştii din cadrul Combinatului petrolului din Tg. Jiu utilizează cu succes injecţia cu nisip cuarţos în formaţiune, prin filtre. Recent, în colaborare cu cercetătorii Institutului de cercetări şi proiectări pentru ţiţei şi gaze din Cîmpina, a început aplicarea metodei româneşti de combatere cu răşini sintetice DINOX. Efectul constă în aglomerarea particulelor de nisip. Menţionăm, totodată, efectuarea proceselor de recuperare secundară prin metoda injectării de apă sărată, aceasta pentru evitarea poluării cursurilor de apă dulce.

**25 de ani de la înfiinţarea ISCE „Petrol export"**

S-au împlinit 25 de ani de la înfiinţarea ISCE Petrolexport. De remarcat că, în prezent, prin această întreprindere se obţin 320 de derivate petroliere cu grad uscat de prelucrare. Volumul unor asemenea capacităţi este în anul 1973 de circa 3 ori mai mare decît în anul 1950. Ponderea cea mai mare în structura exporturilor o au uleiurile. Se exportă 15 tipuri de benzine de avion şi motorine; păcura este deosebit de solicitată, avînd un conţinut scăzut de sulf. De remarcat că se exportă numai benzine cu cifră octanică ridicată — 98 — şi uleiuri cu viscozitate peste 90. În condiţiile dezvoltării petrochimiei au apărut la export sortimente cu o puritate extrem de ridicată, cum sînt produsele aromatice.

Întreprinderea de stat pentru comerţ exterior „PETROLEXPORT" întreţine relaţii cu 500 de firme străine din aproape 50 de ţări. Pentru a valorifica mai bine mărfurile cu o eficienţă sporită, s-a adoptat o nouă formă de comerţ: societăţile mixte de desfacere. Asemenea organisme există în Grecia (CELPEX) Liban (MEROL), Italia (DALPEX) şi se urmăreşte extinderea acestora.

**Cea mai înaltă viteză în forajul sondelor**

În primele şapte luni din acest an, brigada condusă de maistrul CONSTANTIN MIHAI de la schela de foraj Bucureşti a forat peste plan 1 183 de metri. Semnificativ pentru această formaţiune de foraj este, mai ales, viteza medie de foraj realizată în această perioadă — 2 184 metri/instalaţie/lună — rezultat care o situează peste media dobîndită pe întreaga ţară la acest tip de instalaţie de foraj. Performanţa asigură acestei brigăzi de petrolişti, pînă la finele anului, aproximativ 4 000 metri săpaţi în plus faţă de anul 1972.

De remarcat că brigada condusă de CONSTANTIN MIHAI foloseşte cu rezultate remarcabile metoda „drumului critic" în lucrările de transport şi montaj şi forajul cu jet în săparea sondelor.

# DOCUMENTARE

TIMOFEEV, N. S., ş.a. **Cercetarea procesului de redresare a sondelor deviate săpate în strate înclinate formate din roci anizotrope.** În : Nefteanoe hozeaistvo, 51, nr. 8, aug. 1973, p. 13—16.

Se cunoaşte relaţia reciprocă dintre ritmul de creştere a devierii sondei în roci izotrope şi în cele anizotrope cu strate orizontale paralele şi parametrii tehnologici, cum sînt forţa laterală şi unghiul dintre axa sapei şi axa sondei. În lucrare, se stabileşte relaţia reciprocă dintre parametrii tehnologici amintiţi şi ritmul de creştere a devierii sondei, în cazul stratelor înclinate, formate din roci anizotrope.

După ce se arată că procesul de redresare a găurii sondei este perfect comparabil cu acela al devierii forţate, se obţin pe baza rezultatelor experimentale dependenţele $\frac{\Delta\alpha}{\Delta s} = f(F,\beta)$. Pentru rocile anizotrope în strate înclinate s-a cercetat influenţa unghiului de înclinare $\beta$ a stratelor, constatînd că, pentru un ritm de redresare a găurii sondei egal cu ritmul de deviere, trebuie mărită forţa de redresare în medie cu 30%.

Zotov, V. P. **Experienţa planificării măsurilor tehnico-tehnologice pentru ridicarea indicatorilor de lucru ai sapelor.** În : Burenie, nr. 7, iul. 1973, p. 3—6.

Se prezintă analizarea dependenţei indicatorilor medii de lucru ai sapelor de ritmurile realizării rezervelor tehnico-tehnologice, scoase în evidenţă în urma forării sondelor tehnologice de referinţă.

Se examinează „Planul de măsuri tehnico-tehnologice" (T—TM) elaborat pe baza acestei dependenţe, în scopul ridicării indicatorilor de lucru ai sapelor.

Punerea în aplicare a acestui plan a permis o importantă intensificare a ritmului mediu de realizare a rezervelor tehnico-tehnologice în întreprinderile de foraj şi îmbunătăţirea indicatorilor de foraj.

Se subliniază că experienţa planificării T—TM pentru ridicarea indicatorilor de lucru ai sapelor permite extinderea ei şi asupra altor elemente de progres tehnic în activitatea de foraj.

Baidiuk, B. V. ş.a. **Cercetarea cineticii dislocării rocilor în cazul forajului cu sapele cu role.** În : Burenie, nr. 7, iul. 1973, p. 12—15.

Se arată că dislocarea rocilor cu dinţii sapelor cu role, precum şi suspensia particulelor dislocate în fluidul de foraj se poate împărţi în patru stadii, care caracterizează începutul deformaţiei rocii, provocarea şi dezvoltarea fisurii principale, precum şi desprinderea particulelor de rocă.

Drept indicatori cinetici de bază care caracterizează procesul de dislocare sînt adoptaţi : viteza medie aparentă a dezvoltării fisurii principale în cursul stadiului de echilibru, viteza medie aparentă a dezvoltării fisurii principale în cursul stadiului de echilibru, adîncimea medie a fisurii principale în cursul dezvoltării sale din stadiul de echilibru în cel de dezechilibrare şi viteza medie de desprindere a particulelor de rocă dislocată.

Se prezintă rezultatele încercării rocilor în condiţiile de suprafaţă, precum şi în cele de modelare la talpa sondei. Datele obţinute cu privire la variaţia indicatorilor menţionaţi mai sus, în funcţie de proprietăţile mecanice a rocilor şi de condiţiile de acţionare, se pot utiliza la alegerea regimului de dislocare a rocilor, precum şi la alegerea estimativă a debitului fluidului de foraj sub raportul acţiunii sale de jet la talpa sondei.

Timohin, I. M. ş.a. **Încercările la scară industrială a karbofenului.** În : Burenie, nr. 7, iul. 1973 p. 15—18.

Pentru reducerea consumului de carboximetilceluloză (CMC) s-a realizat karbofenul. Este un produs de sinteză al CMC cu adaos de fenoli pentru înhibarea acţiunii termoxidante de destrucţie a CMC.

Probele industriale arată că în condiţiile de lucru în sonde cu temperaturi ridicate consumul de karbofen necesar pentru stabilizarea fluidelor de foraj mineralizate este de peste cinci ori mai redus, decît al consumului de CMC-500 sau CMC-600, iar perioada medie între două tratări este de peste două ori mai lungă.

Sacikov, V. V. ş.a. **Prelucrarea ultrasonică a fluidului de foraj pentru a-i restabili proprietăţile structurale şi mecanice.** În : Burenie, nr. 7, iul. 1973 p. 18—21.

Se examinează procedeul restabilirii proprietăţilor structurale şi mecanice ale fluidelor de foraj prin tratarea lor cu ultrasunete, care permite accelerarea restabilirii proprietăţilor pierdute, micşorarea consumului de materiale pentru tratare şi reducerea cheltuielilor de muncă, mai ales de cea manuală, necesară pentru prepararea reactivilor chimici şi pentru tratarea cu ei a fluidului.

Se prezintă rezultatele restabilirii şi îmbunătăţirii proprietăţilor menţionate, cu ajutorul instalaţiei de ultrasunete, direct la sondele în foraj.

Se descrie mecanismul de acţionare al ultrasunetului asupra fluidelor naturale şi artificiale de foraj.

Şnerh, S. S. ş.a. **Instalaţie pentru tratarea cu dezemulsionant direct în conductă.** În : Maşinî i nefteanoe oborudovanie, nr. 7, iul. 1973 p. 3—4.

Una din etapele perfecţionării sistemelor de colectare a ţiţeiului şi gazelor constă în mutarea procesului tehnologic de pregătire a producţiei sondelor (deshidratarea şi desalinarea ţiţeiului, îmbunătăţirea proprietăţilor reologice ş.a.), de la depozitele din schelă în conductele de colectare. Pentru aceasta, în funcţie de schema de pregătire a ţiţeiului, în unele sectoare ale reţelei de conducte colectoare dezemulsionantul se introduce direct în conductă.

Se descrie construcţia instalaţiei pentru introducerea dezemulsionantului în conductă. Se arată schema şi principiul de funcţionare a noului dispozitiv, principiu care constă din saturarea prin picături sau peliculară a producţiei cu soluţia de dezemulsionant. Încercările de schelă a instalaţiei au confirmat capacitatea ei de a satisface cerinţele de bază impuse unor astfel de instalaţii.

Mc Nabb, D. **Noi metode de foraj a unor sonde de gaze în New Mexico.** În : Oil Gas J. **71**, nr. 31, 30 iul. 1973 p. 168—170.

Activitatea şantierului gazeifer din comitatul Eddy (sud-estul statului New-Mexico—S.U.A.) se redusese mult din cauza dificultăţilor întîlnite la exploatarea nisipului Morrow, de vîrsta pennsylvaniană. Acest nisip suferea foarte uşor stricăciuni care făceau ca rezultatele sondelor să fie deseori extrem de slabe. Explicaţiile acestui fapt par a fi intercalaţiile argiloase care absorb uşor apa dulce, umflîndu-se, ceea ce reduce considerabil permeabilitatea formaţiunii productive.

Stratele productive se găsesc la adîncimi de 2400—4500 m (mai sus în partea de nord a şantierului, adîncindu-se treptat spre sud-est).

S-a căutat să se adopte metode de foraj care să elimine pierderile de apă în strat. La început, acum doi ani, s-a folosit, pentru forajul stratului, apă sărată îngreuiată, pentru a contrabalansa presiunea, destul de ridicată a acestuia (presiuni de 500 at la capul de erupţie).

Rezultate mai bune s-au obţinut lucrînd cu noroaie sărate cu polimeri care asigură stabilitatea argilelor, evitarea stricăciunilor aduse stratului măreau viteza de avansare şi reduceau sensibil costul noroaielor.

Rezultate foarte bune s-au obţinut utilizînd ca apă sărată saramuri provenind din minele de potasă.

Aceste saramuri mixte de potasiu şi sodiu au împiedicat umflarea argilelor.

De asemenea, la perforarea coloanei, se reduce contrapresiunea asupra stratului la o valoare puţin mai mică ca aceea

a stratului. Rezultate mai bune s-au obținut, de asemenea, introducînd perforatorul atașat la tubing, decît folosind un perforator de diametru mic introdus prin tubing.

Aplicînd aceste metode la sonda 1 Stephens, s-a obținut la probe, pe duză de 6 m, un debit de gaze de 160 000 $Nm^3/d$ de la adîncimea de 3565 m, iar la sonda 5/8 South Carlsbad Morrow, un debit de 274 000 $Nm^3/d$ de la 3490—3600 m.

Aceste rezultate au stimulat activitatea de foraj, în prezent în șantier lucrînd 28 de instalații de foraj. Un stimulent suplimentar l-a constituit și creșterea prețului de vînzare a gazelor.

Mc Ghee, E. **Forajul petrolier din estul Ecuadorului.** În : Oil Gas. **71** nr. 31, 30 iul. 1973 p. 103—106.

Marele șantier petrolifer Lago Agrio din partea de est a Ecuadorului va fi deservit de instalații de foraj — reparații autopropulsate. Dar ca aceste trolii să ajungă aici, plecînd de la portul Guayaquil de pe Oceanul Pacific, ele trebuie să traverseze bariera Anzilor, unde unele trecători se află la altitudinea de 4420 m.

Aceste trolii autopropulsate sînt echipate cu turle de 39 m (putînd manevra prăjinile în tripli) cu o sarcină la cîrlig de 136 t. Acest tip de unități folosite de Pool Americas Inc. au lucrat deja în regiuni greu accesibile din Venezuela de est, Arabia Saudită și Algeria. Pînă acum, instalațiile ce au lucrat în provincia Oriente, unde se află Lago Agrio, au fost transportate pe remorci, cu mari dificultăți.

Instalația de foraj (montată pe un vehicul cu cinci axe) este de tipul Wilson Mogul 42, cu două tobe Winchmobile, cu frîne hidromatice de 22 in. Ea este acționată de un motor Diesel GM 12 V—71 N cu transmisie hidraulică. Substructura de 4,8 m înălțime este telescopică, pentru a se putea adapta la condițiile locale. Instalația este echipată cu o pompă Gardner Denver PA 8 și una Gaso 3675 triplex, acționate fiecare de cîte un Diesel GM8V. Capacitatea sistemului de noroi este de 40 $m^3$ și rezerva de apă dulce de 24 $m^3$. Pentru forarea dopurilor de ciment s-a prevăzut un cap hidraulic cu motor, Bowen S3 acționat printr-un motor Diesel.

Manevrele se fac cu ajutorul unor clești automați. Echipamentul de siguranță constă din două prevenitoare, unul Hydril GK 1500 și unul Cameron ORC 1500, ambele pentru o presiune de serviciu de 700 at.

Cu o instalație similară în Venezuela s-au forat sonde adînci, manevrînd tubinguri și pachere la adîncimi de 5200 m.

Gujov, A. I. ș.a. **Formarea emulsiilor la curgerea prin conductă a două lichide.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 8, aug. 1973, p. 58—61.

Prin mișcarea în conductă a producției cu apă a sondelor de țiței, adesea se formează emulsii nestabile care se sparg la oprirea curentului. Formarea, în condiții date, a unor astfel de emulsii mărește rezistența hidraulică la curgerea producției. Studierea condițiilor formării și proprietăților emulsiilor nestabile este posibilă numai dinamic, cu cercetarea procesului de mișcare a lichidelor.

Se descrie instalația și se prezintă rezultatele cercetărilor experimentale a influenței vitezei de mișcare a amestecului și a conținutului relativ de faze asupra formării emulsiei, în cazul mișcării în comun a uleiului de transformator și a apei printr-un tub cilindric orizontal.

Pe baza observațiilor vizuale și a fotografierii curentului, s-au pus în evidență formele structurale de curgere a două lichide. Se prezintă limitele existenței acestor forme structurale.

*** **Tubarea unei coloane de 14 in cu o greutate record, la o sondă de explorare din Oklahoma.** În : Petroleum Engineer, **45**, nr. 6, iun., 1973, p. 92.

În sonda de explorare Bertha Rogers, nr. 1, din comitatul Washita (Oklahoma) a soc. Lone Star, s-a tubat o coloană de 14 in, cu o greutate record. Sarcina la drilometru a atins cifra de 590 t, greutatea în aer a coloanei fiind de 685 t. Lungimea ei a fost de 4300 m, fiind formată din burlane cu 19 mm grosime de perete (158 kg/m). Coloana a fost cimentată în două etape (atît pompînd ciment în interior, cît și de la suprafață în spațiul inelar). Sonda este echipată cu un troliu Loffland, care a servit deja la forajul sondei, deținînd recordul mondial de adîncime E. R. Baden 1, de 9160 m. Turla este echipată cu un geamblac putînd susține 950 t, iar macaraua și cîrligul sînt construite pentru sarcină de 750 t.

Durata operației de tubare în gaură de 17.1/2 in a fost de 38 h (25 april. 1973). S-au folosit elevatoare și o broască specială Vatco. Burlanele erau prevăzute cu filete Hydril. Cuplul de înșurubare a burlanelor a fost de 8300 kgm. La cimentare, s-au folosit 8600 saci de ciment. Sonda Bertha Rogers 1 este programată să atingă adîncimea de 8850 m, explorînd formațiunea gazeiferă Hunton.

*** **Gazele naturale din zăcămîntul Frigg pentru Marea Britanie.** În : Pétrole informations nr. 1283, 1973, p. 25.

În urma negocierilor care au avut loc între Total Oil Marine și Elf Norge, s-a hotărît ca gazele naturale din zăcămîntul Frigg să fie livrate Marii Britanii. Contractul încheiat prevede vînzarea a 200 miliarde $m^3$ (15 miliarde $m^3$/an) în timp de 12—15 ani.

Gazele vor fi aduse printr-o conductă submarină de circa 320 km lungime și 32" diametru, cu o capacitate maximă de 20 miliarde $m^3$/an la Saint Fergus, în apropiere de Peterhead, pe coasta Scoției. De acolo, vor fi transportate printr-o conductă de 260 km lungime pînă la Glasgow, unde vor fi injectate în rețeaua de distribuție.

Dată fiind marea adîncime la care se găsește acest zăcămînt, cum și depărtarea de coastele scoțiene, investițiile necesare vor fi de 400 milioane lire sterline. Zăcămîntul Frigg, descoperit în iunie 1971, este situat la limita zonelor britanice și norvegiene și se estimează că 52—55% din zăcămînt se află în zona norvegiană.

Soedjanto, P și Schaffert, F. W. **Transportul gazelor naturale sub forma de gaze naturale lichefiate sau sub forma de metanol.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 7, iul. 1973, p. 158.

Un studiu comparativ al costurilor transportului gazelor naturale, sub formă de gaze lichefiate sau ca metanol, din Orientul Mijlociu, sub formă de gaze lichefiate sau ca metanol, din Orientul Mijlociu pînă în S.U.A., a dus la concluzia că varianta metanolului este mult mai ieftină. Deși costurile de fabricație a metanolului sînt mai ridicate decît cele pentru gazele naturale lichefiate, prețul metanolului la destinație revine mai ieftin, deoarece pentru transport se pot folosi petrolierele convenționale de capacități foarte mari. Astfel, costul metanolului expediat cu un petrolier de 320 000 dwt ar reveni la 88 cenți/mil. Btu, în timp ce costul gazelor naturale lichefiate transportate într-un metanier de 200 000 $m^3$ ar fi de 112,9 cenți/mil. Btu. Variabilele examinate în studiu includ prețul gazelor naturale brute, mărimea petrolierului sau metanierului, costurile anuale fixe și distanța de transport respectivă.

Davis, J. C. **Perspectiva folosirii metanolului drept carburant.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 7, iul. 1973, p. 157.

Societățile americane, între care Davy Powergas Inc, Vulcan-Cincinatti Inc și M. W. Kellog, sprijină ideea transformării gazelor naturale din Orientul Mijlociu în metanol și folosirea acestuia în S.U.A., drept carburant.

Metanolul poate concura ca preț cu gazele naturale lichefiate sau cu înlocuitorii de gaze naturale. Livrările pot începe în cel mult 3 ani la un preț de 1,0—1,5 dolari/mil. Btu. Transportul este realizabil cu petrolierele convenționale de țiței la un preț de 2—3 cenți/1000 mile/mil. Btu, față de 8 cenți, cît revine pentru gazele naturale lichefiate. Metanolul sosit la destinație poate fi folosit direct la ardere, cu ușoare modificări a cazanelor existente, sau regazeificat, operația aceasta costînd 15—25 cenți/mil. Btu.

Pentru motive de economicitate, se cere ca instalațiile de convertire a gazelor naturale în metanol să fie de capacități în jur de 20 000 t/zi, ceea ce implică gruparea în complexe mari a actualelor unități de cîte 5000 t/zi capacitate.

Backhaus, H. **Lichefierea gazelor naturale la locul producției poate înlesni exploatarea zăcămintelor din Marea Nordului situate la distanțe mari**. În : Gas Abstracts, **29**, nr. 7, iul. 1973 p. 163—164.

În Marea Nordului s-au descoperit multe zăcăminte de gaze naturale mici sau situate la distanțe mari, care nu pot fi exploatate economic printr-un sistem de conducte de transport a producției pînă la un punct terminal pe uscat. În asemenea cazuri, ideea lichefierii gazelor naturale la locul de producție cu o instalație ușoară, montată pe o platformă semisubmersibilă, oferă o soluție foarte atrăgătoare și rentabilă.

Sub forma cea mai simplă, sistemul ar consta dintr-o platformă semisubmersibilă cu instalația de lichefiere a gazelor, 3 metaniere de transport și 1 remorcher de manevră. Din cele trei metaniere, unul se va găsi la încărcare, al doilea, la descărcare în punctul terminal de pe uscat și al treilea va fi gol în cursa de întoarcere la platformă sau plin în cursa spre punctul terminal de descărcare.

Costurile anuale pentru o producție de 121 tril. Btu. în ipoteza unei distanțe de transport de 450 km pînă la punctul terminal pe coastă și a 5 metaniere de transport cu viteza de 8 noduri, ar fi de 50 mil. dolari sau 41 centi/mii. Btu, față de 65—77 centi/mil. Btu, cît revine pentru gazele lichefiate livrate din Algeria pentru consumatorii din nordul Europei.

Longvinenko, S. V. ș.a. **Cu privire la optimizarea funcționării dispozitivelor de amestecare hidraulică**. În : Mașinî i nefteanoe oborudovanie, nr. 7, iul. 1973, p. 15—17.

Calitatea preparării pastelor de obturare la parametrii dați este determinată de alegerea justă a diametrului duzei și a regimului de funcționare a dispozitivului de amestecare pentru tipul corespunzător de amestec.

În lucrare, se analizează relația dintre greutatea specifică a pastei și consumurile de energie specifică pentru diferite diametre de duze.

După datele experimentale și de exploatare, se stabilesc valorile optime ale energiei specifice de preparare și ale diametrelor duzelor, în funcție de amestecul de obturare utilizat.

Se deduc ecuațiile regresiei care permit determinarea teoretică a dimensiunilor optime a duzelor pentru obținerea pastei de obturare cu greutate specifică dată la consumurile efective de energie specifică.

*** **Conducta de transport al petrolului între Kirkuk și Turcia**. În : Pétrole information, nr. 1283, 1973, p. 29.

Irakul și Turcia au semnat un protocol de acord, în vederea realizării unei conducte de transport al petrolului între Kirkuk și Dortyol, pe țărmul mediteranean al Turciei, la nord de Iskenderun. Proiectul prevede o conductă de 1126 km lungime (40'' diametru), din care 474 km în Irak și 652 km în Turcia, cu o capacitate de 25 mil. t/an, care va fi, ulterior, mărită cu 5 mil. t/an, cu cinci stații de pompare (două în Irak și trei în Turcia).

Fiecare țară va construi tronsonul care traversează teritoriul ei. Costul lucrărilor va fi de 350—375 mil. dolari care vor fi asigurați de către Turcia două treimi și de către Irak o treime. Acordul este încheiat pe termen de 20 ani și poate fi reînnoit la fiecare cinci ani.

Acest protocol este întovărășit de angajamentul Turciei de a cumpăra 36 mil. t petrol din Irak, eșalonate pe mai mulți ani.

Jacquemine, J. G. **Un nou înveliș de protecție a conductelor contra coroziunii oferă numeroase avantaje**. În : Gas Abstracts, **29**, nr. 6, iun. 1973, p. 132.

După 4 ani de cercetări și teste laborioase, în laborator și pe teren, firma Anchor Wate Co, Houston a reușit să înceapă comercializarea unui nou produs, sub denumirea de Anchor Cote, 1000 pentru combaterea coroziunii conductelor. Noul produs este un poliester aplicat sub forma unui film foarte subțire. Este competitiv în preț și performanțe. Acest film aplicat pe țevile de conductă nu fisurează la temperaturi scăzute (pînă la circa —55°C), este foarte rezistent la detașările catodice, la avarii prin șocuri și încovoieri, precum și la eforturi concentrate, chiar și la temperaturi pînă la 110°C.

Gant, W. **Problemele de construcție pentru conductele arctice canadiene**. În : Gas Abstracts, **29**, nr. 6, iun. 1973, p. 131.

Construcția unei conducte din zona Golfului Prudhoe și pînă la Edmonton, Alberta, pe o lungime de circa 2400 mile (circa 3800 km), este deosebit de dificilă și ridică numeroase probleme necunoscute la lucrările curente de conducte. Pentru o asemenea lungime de conductă, se estimează că sînt necesare 2,4 mil. t țevi de conductă, 5200 utilaje și echipamente diferite, 7400 de lucrători cu locuri de cazare pentru 8600 și 59 mil. gal (circa 0,270 mil. m³) de combustibil. Mîna de lucru calificată și semicalificată depășește posibilitățile Canadei. Se cer calificări intensive pentru diferite specialități. Introducerea sudării automate va înlesni în mare măsură lipsa de sudori.

Aproape jumătate din nevoile de utilaje reprezintă echipamentul greu, a cărui valoare depășește 70 mil. dolari (320 lansatoare de conductă, 250 buldozere, 150 excavatoare cu cupă de răsturnare, 90 compresoare).

Transportul a circa 1,0—1,5 mrd. tone-milă de materiale, începînd de la Edmonton înspre nord, reprezintă o problemă majoră, ținînd seama și de durata sezonieră limitată a transporturilor.

Wilging, R. C. **Verificarea țevilor din PVC după o funcționare de 13 ani într-un sistem de distribuția gazelor**. În : Gas Abstracts, **29**, nr. 7, iul. 1973, p. 167.

În anul 1971, Southwest Gas Corp a înlocuit o serie de trasee de țevi din PVC folosite timp de 13 ani într-un sistem de distribuție a gazelor în sudul Californiei. Țevile înlocuite au fost examinate și încercate, pentru a se constata în ce măsură corespund cu standardele actuale aplicate țevilor de gaze din PVC.

Toate țevile începînd de la 1/2 in pînă la 2 in au fost confecționate din PVC 2110 și au funcționat la 25—40 psi presiune de regim. Marcajele pe țevi erau clare și vizibile ca și la materialele noi și nu s-au constatat nici un fel de avarii exterioare. Cu excepția cîtorva cazuri, țevile au îndeplinit la încercări toate prescripțiunile normelor ASTM D 2513. Aceasta înseamnă că țevile din PVC pot fi utilizate timp nelimitat la presiunea normală de lucru.

Obuhov, O. K. ș.a. **Evaluarea de prognoză a rezervelor exploatabile și a producției suplimentare de țiței în cazul acționării cu gaze de mare presiune a zăcămîntului**. În : Nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 8, aug. 1973, p. 28—30.

La injecția în strat a fluidelor miscibile cu țițeiul un timp oarecare, producția de țiței și coeficientul final de recuperare a țițeiului se măresc. Pentru stadiul de proiectare a exploatării, este important de știut, în astfel de cazuri, coeficientul final de recuperare.

Se propune o metodă de calcul, cu ajutorul ecuațiilor exponențiale a producției de prognoză din rezervele exploatabile și a creșterii recuperării țițeiului, ecuații bazate pe date efective de exploatare a zăcămintelor. Se arată că, în urma rezultatelor unor lucrări experimental-industriale de injecție într-un strat a gazelor bogate de mare presiune, este posibilă o mărire cu 17,50% a recuperării finale a țițeiului. Se apreciază că metoda descrisă pentru evaluarea de prognoză se poate recomanda pentru a fi aplicată la planificarea extracției și punerii în aplicare a măsurilor pentru asigurarea exploatării normale a zăcămîntului, precum și la evaluarea efectului general posibil de obținut din zăcămintele, în cazul cărora se prevede efectuarea unor lucrări analoage.

*** **Creșterea producției unui mare șantier petrolifer indonezian**. În : Oil Gas **71**, nr. 27, 2 iul. 1973, p.26—27.

Marele șantier marin indonezian Attaka produce în prezent 10 000 m³/d țiței și va atinge la sfîrșitul anului cifra de 16 000 m³/d. Șantierul este amplasat pe coasta de est a insulei Bor-

neo (Kalimantan), la circa 22 km de coastă, în ape cu adîncimea de 55—60 m. Sondele au adîncimi variind între 210—2400 m, majoritatea producției obținîndu-se din nisipuri terțiare, între 1280—2080 m. Se cunosc 33 de strate productive. S-au instalat 6 platforme de exploatare, de pe care vor produce, la terminarea forajului, 85 de sonde.

Forajul se execută cu platforme autoridicătoare, care sapă între picioarele (jacket-ul) platformei, deja fixate. La terminarea forajului grupului de sonde, se îndepărtează instalația de foraj, montîndu-se puntea platformei și instalațiile de producție.

Sondele se completează cu o mică instalație de intervenții, tubingurile fiind echipate cu valve cu cămăși alunecătoare, pentru a putea exploata succesiv diferite orizonturi.

De la platformele de exploatare unde se face o primă treaptă de separație (gazele dîndu-se la coș), țițeiul este adus la o platformă centrală, unde se realizează treapta a 2-a de separație. Stabilizarea finală a țițeiului se face la mal, la terminalul Santan, unde este adus de la platforma centrală printr-o conductă 18 in × 22,5 km. După stabilizare, el este stocat în patru rezervoare de cîte 80 000 m³.

Pentru export, acest țiței este pompat pe o conductă 30 in × 11,5 km la o geamandură de încărcare, la care se pot amara nave petroliere de mare tonaj.

Sonda de descoperire a șantierului (august 1970) a produs la probe 1800 m³/d țiței (densitate 0,830 kg/dm³, cu o 0,1% sulf) și 750 000 Nm³/d gaze. Explorările s-au extins spre nord, descoperind la 29 km N, structura Melahin, unde prima sondă a produs 1120 m³/d țiței și 480 000 Nm³/d gaze, din trei orizonturi între 910 și 1350 m (densitate 0,989 la 0,950 kg/dm³).

Sonda de confirmare a noii structuri, la 1 km de sonda de descoperire, a produs 365 m³/d.

Dacă alte două sonde de explorare ce se forează aici vor da rezultate pozitive, se va instala o platformă de exploatare.

Gardner, F. J. **Explorarea va fi foarte activă în vara anului 1973 în Marea Nordului**. În : Oil Gas J. **71**, nr. 27, 2 iul. 1973, p. 22—25.

În prezent, explorarea petrolieră în Marea Nordului se face cu 20 de instalații de foraj și numeroase altele sînt în curs de aducere în această zonă. Marile zone ale acestei mări încă neexplorate, cît și marele număr de structuri petrolifere deja descoperite, fac ca ea să ocupe primul plan în explorarea petrolieră mondială. Lucrările de punere în valoare a marelui șantier norvegian Ekofisk se apropie de sfîrșit, prin aducerea pe locație a marelui rezervor submarin de beton, cu o capacitate de 160 000 m³, costînd 28 mil. $. Printre ultimele descoperiri făcute trebuie semnalată structura Piper (la NE de extremitatea N a Scoției, între paralele 58 și 59°N). De asemenea, s-au descoperit trei structuri gazeifere, una în zona engleză și două în cea olandeză.

Pentru extinderea structurii Amethyst (39 km E de Easington, pe coasta Angliei), s-a forat o sondă care a produs 125 000 Nm³/d gaze pe două de 12,5 m. Structura produce din formațiunea permiană rotliegende, în ape cu adîncimi variind între 24—33 m. Rezervele se estimează la 14 mrd. Nm³.

Pentru extinderea structurii gazeifere West Sole, la 11 km NV de Amethyst, o sondă de explorare a produs 480 000 Nm³/d tot din rotliegende, la 26 km de țărmul Angliei. În zona olandeză, două mici structuri gazeifere au fost găsite ca extindere a unora deja cunoscute. În blocul L-10, rezervele probate se ridică la 50 mrd. Nm³ gaze, iar cele posibile, la 150 mrd. Nm³. Noile descoperiri par să aducă un spor de rezerve de alte 140 mrd. Nm³. Patru instalații de foraj continuă explorarea în zona olandeză.

În zona norvegiană, se caută intens extinderea numeroaselor structuri deja descoperite, ca Frigg și Eldfisk. O mare activitate se desfășoară și în zona engleză, unde lucrează în prezent 12 instalații de foraj.

Lucrările s-au extins în ape cu mari adîncimi : 115 m la vest de structura Frigg și 150 m în blocul 211/23. Se caută extinderea șantierului Halibut (nord de paralela 61°N) și structuri amplasate între șantierele Brent și Frigg. De asemenea se căuta confirmarea structurii Beryl și Heimdall, în ape cu adîncimea de 120 m (pe structura Beryl sonda de descoperire a debitat 1050 m³/d țiței).

Lucrări intense se desfășoară și în partea sudică a zonei engleze pentru dezvoltarea și extinderea structurilor gazeifere deja descoperite, ca West Sole, unde o sondă de extindere a produs circa 750 000 Nm³/d gaze.

Heaney, J. **Dezvoltarea șantierelor marine Brent și Auk din zona engleză a Mării Nordului**. În : World Oil, **176**, nr. 7, iun. 1973, p. 55—57.

Șantierele Auk și Brent operate de Shell Oil Co vor intra în producție în verile anului 1974 și, respectiv, 1975. Șantierul Auk este situat la 267 km E de Aberdeen (Scoția), în ape cu adîncimea de 86 m. Dat fiind că perspectivele de producție ale structurii sînt incerte, s-a căutat să se reducă cît mai mult investiția necesară (50 mil. $). Se va monta o singură platformă metalică cu opt picioare, de pe care se vor fora șase sonde direcționale (deviație față de ax de maximum 1500 m). Puntea de lucru se construiește modular (elemente cîntărind 350—450 t.). Forajul care va începe în acest an se va termina în anul 1974, cînd platforma va produce o medie de 6 300 m³/d. Nu se prevede stocarea locală a țițeiului, acesta fiind încărcat direct într-o navetă Auk-Teesport (Anglia) de două vase de 40 000 t. Încărcarea se va face de la o geamandură specială, cu mare stabilitate (tip ELSMB).

Șantierul Brent este situat într-o regiune cu condiții climaterice foarte grele, la N de paralela 61°, la 193 km de Lerwick (insulele Shetland) în ape cu adîncimea de 140 m. Rezervele de țiței se estimează la 160 mil. m³.

Prima platformă, de construcție metalică clasică, dar înaltă de 187 m, se va instala în vara anului 1974 și se vor fora de pe ea 15—25 sonde direcționale (zonă totală de drenaj de 26 km²). Forajul tuturor sondelor durînd 2—3 ani, primul grup ce va fi gata va fi pus în producție în anul 1975. În final, de pe această platformă se va obține o producție de 16 000 m³/d. Stocarea țițeiului se va face într-o geamandură în formă de coloană SPAR, servind și la stocarea de 48 000 m³/țiței, de unde se va încărca în nave de 70 000 t.

Ulterior, se vor monta încă 2—3 platforme, construite probabil din beton, producția șantierului atingînd 64 000 m³/d. În cazul cînd, și alte structuri vecine ar fi productive, se prevede construcția unei conducte submarine comune de evacuare pînă la insulele Shetland.

Investiția prevăzută pentru dezvoltarea șantierului Brent se ridică la 750 mil. $, ceea ce reprezintă 15 750 $ pentru obținerea unei producții de 1 m³/d.

Suma aceasta extrem de ridicată este de 10—20 de ori mai mare decît aceea necesară dezvoltării unui șantier din Orientul Mijlociu. Pentru ca Anglia să obțină din zăcămintele marine din Marea Nordului o producție de 320 000 m³/d, ea va trebui să investească circa 5 mrd. $.

***** Proiectele de exploatare a bazinului petrolifer marin Santa Ynez (California)**. În : Oil Gas J. **71**, nr. 31, 30 iul. 1973, p. 80—81.

În largul coastelor Californiei, la extremitatea vestică a Canalului Santa Barbara, s-a descoperit și explorat, în apele federale, bazinul petrolifer Santa Ynez. Aceasta se compune din trei structuri, orientate paralel cu coasta Honda, Pescado și Socate. După estimările făcute de Serviciul Geologic S.U.A., se va putea realiza de aici o producție de 12 000 m³/d. Rezervele estimate conservativ s-ar ridica la 115—175 mil. m³, pe cînd alte estimări mai optimiste le consideră a fi de 320 mil. m³.

Pentru exploatarea structurii Honda (cea mai estică și mai mare) soc. Exxon intenționează să instaleze o platformă, cea mai mare din lume, înaltă de 287 m, în ape adînci de 260 m, de unde se vor fora și exploata 28 de sonde direcționale.

Platforma, amplasată la 8,2 km de mal va putea rezista la vînturi de 320 km/h și valuri de 13 m înălțime. Puntea superioară de 26 × 52 m va primi o instalație de foraj. Puntea intermediară va adăposti capetele de erupție și instalațiile de separare a gazelor, iar pe puntea inferioară de 22 × 52 m vor fi amplasate instalațiile auxiliare, de incendiu, de decantare și un rezervor tampon de stocare. Se vor putea produce de aici 6 400 m³/d. Pentru exploatarea restului bazinului, va fi nevoie de încă 3—5 platforme asemănătoare și cîteva

instalații de producție satelit, (SPS) permițînd exploatarea sondelor în ape cu adîncimi pînă la 600 m.

Se vor lua toate precauțiile posibile pentru evitarea accidentelor și poluarea mării (la foraj, fiecare coloană va fi echipată cu cîte patru prevenitoare acționate hidraulic, și se vor tuba cinci coloane pentru izolarea stratelor cu presiuni mari).

Lucrările de dezvoltare a primei etape vor dura 2—3 ani, astfel că, dacă autorizațiile necesare se obțin la începutul anului 1974, prima structură să poată fi pusă în valoare pînă în mai 1976.

Platforma de foraj de exploatare va fi legată de țărm printr-un fascicul de două conducte : 16 in pentru țiței și 12 in pentru gaze, care se vor extinde în interior cu 12,5 km pînă în canionul Las Flores. Capacitățile de transport ale conductelor vor fi de 12 700 $m^3$/d țiței (densitate 0,934 kg/$dm^3$) și 2,5 mil. $Nm^3$/d gaze. Instalațiile de pe continent (la circa 32 km de orașul rezidențial Santa Barbara) vor cupinde instalații de tratare termică și electrică și de stocare cu o capacitate inițială de 17 000 $m^3$, instalațiile de tratare avînd capacități de prelucrare de 6 400 $m^3$/d inițial, putînd fi dublată ulterior.

Țițeiul va fi pompat în larg, pe o conductă de 30 in spre o instalație de încărcare în nave, la 1,1 km de mal. Ea va fi de tipul SALM, cu un singur punct de ancoraj, în ape de 25 m, de unde se vor putea încărca șlepuri sau nave de transport pe vînturi de 120 km/h și valuri de 6 m.

Pentru experimentarea sistemului submarin satelit de exploatare SPS, s-a construit un prototip pentru 3 sonde ce urmează a fi încercat în Golful Mexic.

Sistemul SPS constă dintr-un grup de sonde submarine săpate direcțional, cu capetele de erupție concentrate pe o ramă submarină care conține și instalațiile de reglare, control și întreținere acționate automat de la o platformă vecină, folosind un robot special și, eventual, o capsulă de intervenții cu oameni lucrînd în condiții atmosferice. Acest sistem va permite exploatarea sondelor situate în ape cu adîncimea de 600 m.

Scott, J. **Criza petrolieră stimulează explorarea pe plan mondial**. În : Petroleum Engineer, **45**, nr. 6 iun. 1973, p. 22—25.

Criza energetică resimțită în S.U.A., Europa de vest și Japonia a produs o creștere sensibilă a explorării petroliere pe tot întinsul globului.

În afară de explorările făcute în S.U.A., activitatea s-a îndreptat în special în acele regiuni, care, prin situația lor politică, pot asigura o aprovizionare fără dificultăți a S.U.A. și a Europei de vest.

Guvernul S.U.A. a cerut să se mărească capacitatea internă de rafinaj, asigurînd societățile că li se va permite importul a 75% din capacitățile noilor instalații timp de cinci ani. Principalele regiuni unde se desfășoară o activitate de explorare sporită sînt : Marea Nordului, Orientul Mijlociu și Arctica canadiană, urmate de zonele marine ale Chinei, Birmaniei și Indiei. Se lucrează, dar ceva mai puțin intens, în Pacificul asiatic, Noua Zeelandă și bazinul Canning din Australia de nord-est.

În Marea Nordului lucrează 28 de instalații de foraj (din care 5 pe platforme fixe) și se așteaptă sosirea din șantierele navale a altor 36 mari unități semisubmersibile. Se estimează că se vor săpa anual circa 100 de sonde în Marea Nordului, majoritatea fiind de explorare, întrucît cercetările seismice au indicat prezența unor mari structuri încă necercetate.

Lucrările se concentrează în partea nordică a acestei mări, în jurul insulelor Shetland, unde adîncimile apei ating 120—180 m. În anii viitori se vor fora 200—300 sonde pentru explorarea zonelor marine din vestul Scoției, Irlandei, vestul Angliei și Franței și platforma atlantică a Spaniei.

Se așteaptă ca în următorii 15 ani să se găsească în Marea Nordului circa 4 mrd. $m^3$ de rezerve recuperabile de țiței.

În Golful Persic rezervele existente de țiței, de 58 mrd. $m^3$, reprezintă 62% din rezervele mondiale (din care 25 mrd. $m^3$ în Arabia Saudită, 8,7 mrd. $m^3$ în Iran și 12,5 mrd. $m^3$ în Kuweit). Se vor începe lucrările în regiuni virgine din deșerturile Arabiei Saudite.

Centrul activității în Africa este reprezentat de Nigeria, unde anul trecut s-au obținut rezultate bune la explorare. De asemenea, se va explora în sud-estul Etiopiei, în Mauritania, Mali și Niger.

În zona pacifică a Indoneziei, soc. Caltex a atins o producție de 160 000 $m^3$/d în 1972, descoperind noi zăcăminte în Sumatra, Balam și Sintong.

Din strîmtoarea Bass (Tasmania) pînă în Malaezia, lucrează 30 de instalații de foraj marine. Fondurile deja alocate acestor lucrări se ridică la 300 mil. $, sumă ce va crește probabil la 6 mrd. $ pînă în anul 1980.

Se preconizează ca în curînd să înceapă numeroase explorări în China continentală, Birmania și India.

În Arctica canadiană lucrările de explorare se întind din ce în ce mai spre nord (Țara Ellesmere). Dar aici marea problemă este aceea a transportului producției spre centrele de consum. O activitate deosebită se desfășoară în jurul insulei Sable pe platforma continentală estică a Canadei unde s-au obținut deja rezultate interesante. Cu toată instabilitatea politică, numeroase explorări se fac și în America Latină.

*** **Activitatea petrolieră în India**. În : Petroleum engineer, **45**, nr. 6, iun. 1973, p. 90—91.

Atît industrializarea crescîndă a Indiei, cît și prețul crescînd al țițeiului importat au făcut ca India să-și schimbe recent politica de explorare marină, permițînd unor societăți străine să lucreze pe platforma sa continentală, cu excepția zonei situate în largul orașului Bombay. Platforma continentală a Indiei are o suprafață de 650 000 $km^2$, în care se speră să se găsească rezerve de circa 115 mil. t țiței în următorii zece ani, ceea ce ar compensa parțial consumul de produse petroliere care se va dubla pînă în anul 1980, atingînd atunci cifra de 46 mil. t/an. De aceea, în planurile sale pentru al IV-lea cincinal, ea a inclus o sumă de 50 mil. $ în acest scop, din care 14,5 mil. $ pentru o instalație de foraj autopropulsată „Sagar Samrat", comandată în Japonia. Producția actuală a Indiei este de 7 mil. t/an provenind mai ales din Assam (șantierul Digboi cu o producție de 100 000 t/a) și provincia Gudjarat (șantierul Ankleshwar cu o producție de 3 mil. t/a). Explorarea marină a început în anul 1962 pe prelungirea sub mare a șantierelor terestre Ankleshwar și Combay. O navă sovietică a efectuat pentru India cercetări seismice în Golful Combay, marea Arabiei și golful Mannar. În anul 1970 s-a forat prima sondă marină (platforma fixă, construcție proprie cu ajutor sovietic) la Aliabet (coastele provinciei Gujarat), însă rezultatele au fost slabe. În prezent, se va încerca o structură marină în largul Bombay-ului. În plus, India a contractat cu grupul francez Geogeanic prospecțiuni în Golful Combay și în Marea Arabiei, unde se vor fora opt locații cu noua instalație autoridicătoare care va sosi curînd din Japonia.

Franco, A. **Mexicul își va acoperi singur nevoile de țiței**. În : Oil Gas J., **71**, nr. 30, 23 iul. 1973, p. 74—76.

Noile descoperiri petroliere făcute în partea de sud a Mexicului vor putea face ca, în curînd, această țară să-și asigure nevoile de țiței, fără a mai recurge la import, acoperind și declinul producției vechilor șantiere. Noile șantiere productive sînt amplasate într-o provincie geologică cretacică, a cărei extindere totală și potențial petrolier nu sînt însă pe deplin cunoscute. Structurile în prezent cunoscute sînt : Cactus, Sitio Grande, Sabancuny și Samaria. Sonda 1 Cactus a produs la probe peste 400 $m^3$/d pe duză de 13 mm și rezultate asemănătoare s-au obținut și la sonda 101 Samaria (partea de sud a statului Tabasco).

Aceste descoperiri sînt primele făcute în zăcăminte cretacice în Mexic, iar posibilitățile de a descoperi în vecinătate alte structuri productive par a fi foarte mari. Un avantaj al noii regiuni puse în valoare este că ea se află în apropierea unor conducte existente de transport și destul de aproape de rafinăria Minatitlan, complexele petrochimice Pajaritos și Casaleacaque, și instalația de prelucrare a gazelor La Venta. Țițeiul produs este ușor, cu un conținut mediu de sulf. Presiunile de strat sînt destul de mari (450 at), iar rația gaze-țiței bună (250 $m^3/m^3$).

În vechile șantiere din sudul Mexicului, țițeiul era obținut din formațiuni terțiare, asociate cu domuri de sare (stratele

Encanto din Miocen). Cercetări seismice recente au dus la descoperirea zăcămintelor cretacice din sudul statului Chiapas la adîncimi medii de 1200—1300 m. Structura Cactus este destul de întinsă : 25 × 10 km.

Conductele de evacuare pot transporta circa 10 000 $m^3/d$ în situaţia actuală.

Cercetările au arătat, de asemenea, că aceste noi formaţiuni productive se întind şi sub apele mării vecine (adîncimi 10—15 m). Deocamdată nu se învederează începerea unor lucrări marine care cer investiţii mari.

*** **Exploatarea hidrocarburilor din Marea Nordului**. În : Oil Gas J. **71**, nr. 32, 6 aug. 1973, p. 40—41.

Şantierul gazeifer Frigg, situat chiar pe linia de demarcaţie dintre zonele engleze şi norvegiene ale Mării Nordului, are o rezervă recuperabilă de gaze de 280 mrd. $Nm^3$ (din care 52% în zona Norvegiană). Societatea distribuitoare engleză British Gas Corp. (BGC) şi-a asigurat totalitatea acestor gaze plătind operatorilor (societatea franceză Total, în zona engleză şi societatea franco-norvegiană Petronard, în zona norvegiană) un preţ de 20 $/1000 $Nm^3$, aproape dublul celui plătit pentru gazele din şantierele marine sudice Leman Bank şi Hewett şi superior, de asemenea, celui plătit pentru gazele noului şantier Viking (12,5 $/1000 $Nm^3$, din cauza distanţei mai mari faţă de coastă). Gazele din Frigg vor fi transportate spre coastă printr-o conductă submarină de 320 km, pînă la St. Fergus (aproape de Peterhead) pe coasta Scoţiei şi de aici, printr-o conductă terestră de 266 km, în zona industrială Glascow. Lucrările vor costa 1 mrd. $ (din care 375 mil. $ pentru lucrările terestre).

Tuburile pentru conducte submarine vor fi furnizate de o uzină japoneză.

Această mare conductă submarină, în partea de nord a Mării Nordului va permite punerea în valoare a altor structuri gazeifere mai mici ca Heindall (zona norvegiană) şi noua descoperire din zona engleză din Blocul 3/19. De asemenea, se vor putea valorifica şi gazele asociate din şantierele petrolifere Brent, Dunlin, Halibut şi Beryl, operaţie ce este complicată prin operaţiile de separaţie şi condiţionare a acestor gaze.

Recent, în Marea Nordului s-au făcut şi trei descoperiri petroliere importante. Prima, făcută de societatea Shell-Esso, este în blocul 211/23 numită structura Dunlin.

Apoi, Mobil a confirmat posibilităţile structurii Beryl, prin sonda 9/13—2 la 2,5 km S de sonda de descoperire. Sonda aceasta de extindere a debitat 870 $m^3/d$ ţiţei cu densitate 0,835 $kg/dm^3$, cu conţinut redus de sulf şi o raţie gaze — ţiţei de 100 $m^3/m^3$.

Grupul Signal, la 2,5 km N—E de sonda de descoperire a şantierului Halibut, a obţinut la sonda de extindere o producţie de 1270 $m^3/d$. Această structură este la numai 16 km de şantierele Brent şi Dunlin. În fine, grupul Total a găsit o structură gazeiferă în Blocul 3/91 şi una petroliferă în Blocul 3/15, amîndouă în zona engleză.

Pentru dezvoltarea şantierului petrolifer Beryl, societatea Mobil a comandat prima platformă de foraj — exploatare din lume, executată din beton. Ea va fi executată după un proiect norvegian în şantierele de la Stavanger (Norvegia).

Noua platformă „Condeep", costînd 60—80 mil. $ va fi gata în august 1975 şi va fi remorcată prin plutire pe locaţie, unde va permite forajul, exploatarea, stocarea a 120 000 $m^3$ ţiţei şi cazarea a 120 de oameni. Ea va avea o înălţime totală de 200 m. Baza sa va fi formată din 19 celule cilindrice din beton, formînd o structură monolit.

Pe ea se vor rezema patru coloane cilindrice de beton, goale în interior, suportînd o platformă de lucru convenţională din oţel. Forajul se va efectua printr-una sau două din aceste coloane, ceea ce va asigura evitarea oricărei poluări a mării.

*** **Zăcămîntul forties**. În : Pétrole informations, nr. 1283, 1973, p. 23.

Zăcămîntul Forties va fi dat în exploatare în anul 1975, cu o producţie de 12 590 000 t/an care va atinge 20 000 000 t/an la sfîrşitul anului 1976.

Zăcămîntul a fost descoperit în anul 1970, la 180 km nord-est de Aberdeen, în paleocenul superior, la 2 100 m adîncime. Petrolul are o densitate de 37° API şi un conţinut de 0,3% sulf. Debitul la sonda de test este de 700 t/zi. Sondele de extensiune au delimitat o structură ovală de circa 55 $km^2$ în care axa mare are 16 km în sensul est-vest. Zăcămîntul are 600 mil. t rezerve, dintre care 250 mil. t recuperabile.

Zăcămîntul va produce prin patru platforme fixe care vor produce 6,2 mil. t fiecare. Costul unei platforme este de 50 mil. lire sterline.

Fiecare sondă va fi echipată la suprafeţe şi la 60 m în interior cu vane de siguranţă care se vor închide automat în cazul scăderii sau creşterii excesive a presiunii la suprafaţă sau în caz de incendiu.

Conducta submarină care va transporta petrolul din zăcămîntul Forties la Cruden Bay, pe coastă, la nord de Aberdeen, de 170 km lungime şi 32" lăţime — va fi pozată la 90 m adîncime pe o lungime de 150 km. Este posibil ca această conductă să fie montată, de asemenea, la zăcămîntul Montrose. Pe sol, o conductă de 210 km lungime leagă Cruden Bay cu Grangemouth.

Zăcămîntul Forties va furniza 5 mil. t/an petrol brut pentru rafinăria de la Grangemouth. Restul producţiei va fi transportat la Dabmeny, în apropiere de Edinburg, pentru a fi trimis la alte rafinării din Europa.

Punerea în producţie a acestui zăcămînt va costa 400 mil. lire :

— 200 mil. pentru platforme ;
— 50 mil. pentru conducta submarină ;
— 45 mil. pentru foraje ;
— 50 mil. pentru conducte, depozite, unităţi de separare a gazelor şi terminale maritime.

*** **O bancă internaţională pentru energie.** În : Pétrole informations, nr. 1283, 1973, p. 43.

O mare bancă internaţională specializată în promovarea şi finanţarea activităţilor legate de energie este pe cale să fie constituită la Londra, sub numele de International Energy Bank Ltd.

Capitalul autorizat va fi de 20 mil. lire sterline, din care numai un sfert va fi subscris iniţial, astfel : Societatea financiară europeană, 30% ; Banca Scoţiei, Barclays Bank International Ltd., Canadian Imperial Bank of Commerce, Republic National Bank of Dallas, 15% fiecare şi Banca Worms 10%.

Societatea financiară europeană este constituită de către Banca Naţională de la Paris, Barclays Banc, Algemeine Bank Nederland, Banca Nazionale del Lavoro, Bank of America, Banque de Bruxelles, Dresdner Bank şi Sumitomo Bank. Banca Scoţiei, care are iniţiativa acestui proiect, este acţionară a Băncii Worms, iar Barclays Bank este acţionara Băncii Scoţiei.

Directorul general al Băncii Scoţiei a precizat la prezentarea proiectului acestei bănci că importanţa investiţiilor industriei energetice mondiale necesită crearea unei bănci dotate cu importante resurse şi cu experienţă în domeniul energetic, şi anume în finanţarea producţiei de petrol şi gaze naturale.

Scopul Băncii internaţionale a energiei este în adevăr acela de a participa pe plan mondial la finanţarea tuturor sectoarelor energetice. Iniţial, accentul va fi pus pe dezvoltarea producţiei de petrol şi de gaze naturale în platformele continentale din Europa şi America de Nord.

D i n n e n, G. U. şi C o o k, L. **Şisturile petroliere şi criza de energie**. În : Gas Abstracts, **29**, nr. 6, iun. 1973, p. 129.

În S.U.A., şisturile petroliere din Colorado, Utah şi Wyoming, ce se găsesc în formaţiunea Green River, constituie o puternică sursă de energie. S-au făcut eforturi continue în ultimii ani, pentru a pune la punct tehnologiile de extragere economică a ţiţeiului din şisturile Green River.

Astăzi se acordă o deosebită atenţie dezvoltării tehnicilor in-situ şi se studiază intens măsurile necesare pentru punerea economică în practică a acestei metode.

M a u, F. A. **Imaginea generală a energiei.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 6, iun. 1973, p. 130.

După părerea autorului, criza acoperirii cu energie este mondială şi nu se limitează numai la anumite regiuni. Cererea de ţiţei şi produse petroliere este într-o permanentă creştere.

Volumul mare al rezervelor de ţiţei este deţinut astăzi de ţările OPEC, în special de cele din jurul Golfului Persic. S.U.A. este cel mai mare consumator şi importator de ţiţei din lume şi va depinde în continuare de ţiţeiul şi gazele importate.

Majoritatea experţilor sînt de acord că satisfacerea cererilor pentru ţiţei la nivel mondial implică cel puţin dublarea producţiei din ţările OPEC în următorii 10 ani, ceea ce, în situaţia din prezent, pare dificil. S-a sugerat ideea ca ţările consumatoare să găsească un mecanism formal pentru negocieri directe cu ţările OPEC, pentru asigurarea, în viitor, a livrărilor de ţiţei în cantităţi necesare şi la preţuri rezonabile.

F r a n c o, A. **Perspectivele dezvoltării în următorii şapte ani a unei pieţe comune a energiei în America Latină.** În : Gas Abstracts, **29**, nr. 7, iul. 1973, p. 158.

După orientarea tendinţelor de astăzi, se prevede că, pînă în anul 1980, America Latină va definitiva organizarea unei Pieţe Comune a Energiei.

Populaţia Americii Latine va depăşi 400 mil. în anul 1980, iar consumurile vor fi de 5,02 mil. bl/zi la ţiţei (faţă de 2,76 mil. în anul 1970) 1,1 mil. bl/zi în echivalent la gaze naturale (faţă de 0,62 mil. în anul 1970) şi 9,01 mil. t/an la produsele petrochimice. În anul 1980, numai Peru, Ecuador, Venezuela şi Trinidad vor rămîne ţări exportatoare la scară mare.

Cota-parte a ţiţeiului şi gazelor naturale în balanţa energetică a Americii Latine va creşte de la 86%, cît a fost în anul 1970, la 89,6% în anul 1980. Investiţiile capitale în industria de ţiţei şi gaze naturale vor consuma fonduri estimate la 8,97 mrd. dolari, în perioada 1976—1980 faţă de 7,79 mrd. dolari în perioada 1970—1975. Pe măsură ce vor expira termenele de concesiuni, întreprinderile de stat îşi vor extinde activitatea, iar societăţile particulare din industria de ţiţei şi de gaze naturale a Americii Latine vor fi reţinute ca întreprinderi pentru prestări de servicii.

***** Comunitatea economică europeană şi exploatarea fundului mărilor.** În : Pétrole Informations, nr. 1279, 1973, p. 35.

Comisia economică europeană va organiza efectuarea unui studiu comparativ critic al dispoziţiilor legislative ale statelor membre ale Comunităţii privind exploatarea industrială a fundului mărilor, în scopul de a putea lua mai uşor măsurile necesare — la nivel internaţional — contra poluării mediului marin. Comisia socoteşte oportună efectuarea unui studiu aprofundat al legislaţiilor în vigoare în statele membre, pentru a descoperi lacunele existente şi a aduna elementele unei convenţii internaţionale, care să definească regulile de protecţie a fundurilor mărilor contra riscurilor rezultate din exploatarea lor. Aceste elemente vor putea fi apoi prezentate de Comisia economică europeană, Consiliului de miniştri, în vederea unei iniţiative a Comisiei pe lîngă organismele internaţionale specializate.

***** Dezvoltarea industriei petroliere în Belgia.** În : Petroleum Press Service, **XL**, nr. 8, 1973.

Piaţa petrolieră belgiană s-a redresat anul trecut, cînd vînzările pe piaţa internă au atins 24,6 mil. t, cu 2,7% mai mult decît în anul 1971.

Importul de produse finite a scăzut cu 13,7% faţă de anul 1971, ajungînd la 6,1 mil. t, iar exportul de produse petroliere a crescut cu 36,8% faţă de anul 1971, atingînd 13,2 mil. t, datorită extinderii capacităţii de rafinare prin intrarea în funcţiune a noii rafinării de la Felunyg.

Capacitatea totală de rafinare a celor opt rafinării din Belgia a atins 42 mil. t/an la sfîrşitul anului trecut, faţă de circa 40 mil. t/an la sfîrşitul anului 1971. Cea mai mare extindere a fost aceea a rafinăriei de la Gand a societăţii Texaco, a cărei capacitate a crescut de la 1 330 000 t/an la peste 7,2 mil. t/an, urmată de aceea a rafinăriei de la Anvèrs a societăţii industriale belgiene de petrol, a cărei capacitate a fost mărită cu 700 000 t/an. Capacitatea rafinăriei de la Anvèrs a societăţii Albatros a crescut cu 300 000 t/an, ajungînd la 3,5 mil. t/an, urmînd să fie mărită în anul viitor cu încă 50 000 t/an.

Capacitatea de rafinare a Belgiei va putea fi mărită încă cu 23 mil. t/an în cursul viitorilor cinci ani. Astfel, se prevede construirea unei rafinării la Kallo pe malul stîng al fluviului Escaut în aval de Anvèrs a cărei capacitate va fi de minimum 9 mil. t/an, precum şi mărirea cu 9 mil. t/an a capacităţii de 4 730 000 t/an a rafinăriei din Anvèrs a societăţii Esso, proiect care prevede şi modernizarea tuturor instalaţiilor existente.

De asemenea, s-a încheiat un acord cu compania naţională iraniană de petrol pentru construirea unei rafinării la Lanaye, în apropiere de Liège, cu o capacitate de 4—5 mil. t/an

***** Creşterea record a producţiei.** În : Petroleum Press. Service, **XL**, nr. 8, 1973 p. 293.

După o creştere de 5% în cursul anului 1971, şi apoi de încă 5% în anul 1972, producţia mondială de petrol a atins în primul semestru al anului 1973 o valoare de 2 780 mil. t/an, cu circa 9,7% mai mult decît în aceeaşi perioadă a anului precedent. Creşterea a depăşit 240 mil. t/an.

Cea mai mare parte din creşterea producţiei este concentrată în Orientul Mijlociu.

În S.U.A. producţia scade încet.

În Canada producţia a continuat să crească, dar, pentru a face faţă unei insuficienţe a rezervelor, a fost introdus controlul federal asupra producţiei.

Producţia Venezuelei a crescut cu 5% în această perioadă, după ce în anii precedenţi era în descreştere.

Orientul Mijlociu, care produce mai mult decît toată emisfera occidentală, a înregistrat o creştere record, de la 438 mil. t, în primul semestru al anului 1972, la 533 mil. t, în primul semestru al acestui an, deci 19%, cu toate că unul dintre principalii producători — Kuweit-ul — a decis să ducă o politică de restrîngere a producţiei.

Locul de frunte este ocupat de Arabia Saudită, a cărei producţie s-a ridicat în primul semestru la 177 mil. t, înregistrînd o creştere de 30% faţă de primul semestru al anului precedent.

Producţia de petrol a Iranului a crescut cu 20%, atingînd aproape 145 mil. t.

Producţia de petrol a Irakului a crescut cu 25%, cea din Abu Dhabi cu 35%, cea din Quatar cu 35% şi cea din Dubai cu 78%.

În Africa producţia de petrol a crescut cu 5%, atingînd cifra de circa 137 mil. t, iar în Indonezia, cu circa 21%, atingînd 35 mil. t.

În U.R.S.S. se prevede o creştere de 30 mil. t, circa 7,5%.

Producţia de petrol din China, care a variat între 8 şi 10 mil. t în perioada 1965—1958, a crescut pînă la 30 mil. t/an şi se prevede pentru anul acesta o producţie de 50 mil. t.

● În U.R.S.S. au fost produse în primul trimestru al acestui an 203 mil. t petrol şi 117 miliarde $m^3$ gaze naturale.

● Consorţiul franco-norvegian a descoperit un zăcămînt de gaze naturale în sectorul norvegian al Mării Nordului, la 18 km est de zăcămîntul Frigg. Nu se poate încă preciza dacă este un nou zăcămînt sau o prelungire a zăcămîntului Frigg.

● Consorţiul european format din Gas de France, societatea belgiană Distrigas şi din trei societăţi vest-germane a încheiat un acord cu Sonatrach pentru construirea unei a treia uzine de lichefiere a gazelor naturale, cu o capacitate de 15 miliarde $m^3$/an, care va fi amplasată probabil la Arzew. Costul uzinei şi a reţelei de conducte pentru transportul gazelor naturale este de 1,5 mil. dolari. Pentru transportul gazelor naturale vor fi construite şi patru metaniere cu o capacitate de 185 000 $m^3$ fiecare.

● În Canada se proiectează construirea unei conducte prin care petrolul din vestul Canadei să fie adus pînă la Montreal.

● Şisturile bituminoase din bazinul Orenocului din Venezuela pot produce 100 miliarde t petrol. Aceasta ar reprezenta cea mai mare rezervă de petrol din lume. Aceste şisturi se găsesc într-un bazin lung de 600 km şi lat de 53 km. Petrolul conţinut în aceste şisturi are o densitate de 12° API.

● Asociaţia armatorilor suedezi a recomandat tuturor membrilor săi să invite echipajele navelor lor să aleagă pentru fiecare navă un ,,protector al naturii'', care va informa pe camarazii său asupra consecinţelor poluării mărilor, va asigura permanenţa măsurilor contra poluării şi va propune măsuri pentru limitarea acesteia.

● Reprezentanţii industriei petroliere poloneze au semnat cu responsabilii iugoslavi un acord pentru a participa la construirea conductei prin care se va transporta petrol şi din Orientul Mijlociu, de pe coasta Mării Adriatice în Europa Centrală.

R. P. Polonă va furniza echipament şi credite financiare în schimbul a 4—11 mil./an petrol. Această conductă, a cărei construcţie va fi terminată în anul 1976, va lega portul Rijeka cu centrele industriale de la Zabgreb şi Belgrad.

● La Wilhelmshaven, în Republica Federală Germania, se va construi un depozit de 1 mil. $m^3$/an, care va cuprinde 49 de reverzoare, din care 29 cu acoperiş plutitor. Unele dintre aceste rezervoare vor avea o capacitate unitară de 74 500 $m^3$.

● La Cilacap, în sudul insulei Java, în Indonezia, se va construi o rafinărie cu o capacitate de 5 mil. t/an. Costul lucrărilor este de 120 mil. dolari. De asemenea, se va construi o altă rafinărie cu o capacitate de 5 mil. t/an în insula Bataan în largul portului Singapore; costul lucrărilor va fi de 105 mil. dolari.

● Japan Line Ltd. proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 2 500 000 t/an, în Abu Dhabi sau în Sarjah.

● La Tarragona, în Spania, se va construi o rafinărie cu o capacitate de 7 mil. t/an, o unitate de producţie de 325 000 t/an etilenă şi 120 000 t/an propilenă. Investiţiile totale sînt estimate la 325 mil. dolari.

● La sonda Mersug nr. 3, la sud-est de Djebel Dannan, în Abu Dhabi, Phillips Petroleum a obţinut 485 t/zi petrol de 20° API cu un conţinut de sulf de 0,7%.

● În insula Barrow din Australia, la 1500 m adîncime, s-au obţinut 616 000 $m^3$/zi gaze naturale.

● Occidental Petroleum a semnat un contract pe termen de 30 ani cu autorităţile boliviene pentru prospectarea părţii orientale a ţării.

● În Golful de Suez, în apropierea zăcămîntului Morgan din Egipt, s-a descoperit un nou zăcămînt de hidrocarburi, al cărui debit a atins 14 000 t/zi.

● În Iran, NIOC a descoperit un zăcămînt de petrol în lacul sărat de la Meheren, în apropierea de Şiraz, în nordul ţării.

● A treia sondă forată de Occidental în Peru a produs, în medie, 1300 t/zi petrol, din care 300 t/zi petrol de 21° API de la o adîncime de 2700 m şi 1000 t/zi petrol de 39° API de la o adîncime de 2900 m. A patra şi a cincea sondă forată în Bazinul Amazoanelor au dat 600 şi 400 t/zi de la adîncimi diferite.

● În Algeria, producţia de petrol va atinge anul acesta 56 mil. t faţă de 50 mil. t în anul 1972 şi de 47 mil. t în anul 1971.

● Zăcămîntul Bu Attifel din Libia a produs în acest an 12 mil. t petrol de 41,5° API, cu un conţinut de parafină de 35% şi un conţinut de sulf de 0,02%.

● Ministrul petrolului din Egipt a inaugurat noua rafinărie de la Tanta, în mijlocul Deltei Nilului, cu o capacitate de 750 000 t/an, lucrările au costat 1 490 000 lire egiptene. O conductă pentru transportul produselor finite va fi construită între Tanta şi Musturud.

● În S.U.A. se proiectează folosirea zăcămîntului de gaze naturale de la Saint Landry (Lousiana), ca depozit de gaze naturale. Costul lucrărilor este de 78 500 dolari.

● Elveţia a încheiat un acord prin care va obţine 130 000—170 000 t/lună petrol din Ecuador.

● Agenţia pentru ştiinţă şi tehnologie industrială a societăţii MITI din Japonia a trasat, în linii mari, un program de cercetări şi dare în exploatare masivă, pentru a asigura resursele de energie pentru secolul următor. Planul prevede cheltuieli pînă la sfîrşitul acestui secol, evaluate la un trilion de yeni (aproape 400 mil. dolari) pentru producţia energiei solare, a energiei geotermice, a gazelor naturale sintetice şi a energiei produse de hidrogen.

● Planul producţiei de petrol al Siberiei Occidentale, pentru anul 1975, a fost mărit de la 120—125 mil. t la 140—150 mil. t. Planul global de producţie a petrolului în U.R.S.S. va fi menţinut la 196 mil. t.

● Un acord de principiu a fost semnat între NIOC, societatea de stat iraniană şi un grup de firme japoneze pentru construirea unei rafinării, cu o capacitate de 25 mil. t/an în Iran.

● Conform datelor furnizate de MITI, cererea de petrol în Japonia a înregistrat în primele luni ale acestui an o creştere de 18,4%. Anul trecut creşterea consumului, ca şi aceea a importului, a fost frînată de către repercusiunile crizei dolarului şi de către greva unei părţi din personalul de transport, grevă care a blocat importul.

Anul trecut, Japonia a fost unul din primii importatori de petrol din lume, peste 200 mil. t, ceea ce reprezintă o creştere de 6,9% faţă de anul precedent. Se estimează că în următorii trei ani, consumul va creşte anual cu circa 10,6%.

● Intreprinderea de Stat Myana Oil Corp din Birmania a semnat un acord cu două societăţi japoneze pentru achiziţionarea unei rafinării, cu o capacitate

de 3 000 t/zi, ce va dubla capacitatea de rafinare a țării ; rafinăria va fi construită la Syriam. în apropiere de Rangoon. Costul acestei rafinării este de 7 000 mil. yeni. În prezent, două rafinării, una cu o capacitate de 2 500 t/zi la Syriam și alta cu o capacitate de 850 t/zi la Sauk, produc 90% din consumul necesar.

După darea în funcțiune a noii rafinării, Birmania va exporta produse petroliere și benzine grele în Japonia.

● Livrările de gaze naturale din U.R.S.S în R.F. Germania au început la 1 octombrie a.c., cu un volum inițial de un miliard m³/an. În total, vor fi livrate circa 120 miliarde m³, în timp de 20 de ani. Lucrările efectuate în ambele țări pe rețeaua de transport trebuie să fie terminate în timp util.

● Petrolane Inc., unul din principalii distribuitori de gaze de sondă lichefiate din S.U.A., a încheiat cu Sonatrach un contract pentru importarea, în următorii 10 ani, a circa un milion t gaze de sondă lichefiate.

Un depozit de gaze de sondă lichefiate cu o capacitate de 32 000 t a fost construit anul trecut la Providence, Rhode Island, și un altul, cu o capacitate de 50 000 t, va fi dat în exploatare la San Pedro, în apropiere de Los Angeles.

● În Elveția s-au descoperit indicii de gaze naturale, în Rheintal la o adîncime între 20 și 45 m, în cursul unor lucrări care nu aveau nimic de-a face cu exploatarea petrolieră.

● Jugo Petrol Kotor (52%) și firmele americane ¡Buttes Oil and Gas și Challenger Oil (24,5% fiecare) au creat o filială comună Jugo Petrol Adriatic Kotor, care a obținut un permis de cercetări în Marea Adriatică, în largul coastelor Jugoslaviei, la frontiera cu Albania și limita platformei continentale din Adriatica. Este pentru prima oară că societăți iugoslave sînt autorizate să opereze în Jugoslavia.

Acordul, încheiat pe termen de 30 ani în cazul că se găsesc petrol sau gaze naturale, prevede investiții de 5 mil. dolari pentru început.

Societățile americane care au întreprins lucrări de seismică vor efectua în anul viitor un foraj de explorare.

● La Ottawa se estimează că, pînă la sfîrșitul acestui deceniu, prețul gazelor naturale din Canada ar putea să se dubleze. Producătorii canadieni consideră că ei le vînd la un preț prea scăzut distribuitorilor americani care le importă în S.U.A.

● Pentru transportul gazelor naturale lichefiate între Birmingham și Sarten (S.U.A.), s-a construit o conductă cu diametrul de 304 mm și lungimea de 18 km. Conducta este izolată termic cu polietilenă topită și probată hidraulic la presiunea de 63 kgf/cm².

● La transportul minereului de titan (S.U.A.), se utilizează conducte de cauciuc cu diametrul de 406 mm. Se pompează cu debitul de 500 t/oră. Durata de serviciu a conductei este de 10 ani, respectiv de cinci ori mai mare decît a unei conducte de oțel, funcționînd în aceleași condiții.

● S-a construit o fabrică (Anglia) pentru acoperirea țevilor cu izolație anticorosivă, precum și cu strat de beton pentru obținerea flotabilității negative. Capacitatea inițială a fabricii este de 100 țevi/zi.

● S-a patentat instalația (S.U.A.) pentru călirea țevilor. Datorită numărului mare de duze amplasate pe circumferință, se asigură o alimentare uniformă cu componenți de călire. Se exclude astfel formarea pe corpul țevii a zonelor cu duritate diferită.

● S-a început construcția uzinei pentru țevi de oțel (Canada), destinate montării conductelor de țiței din zona nordică. Capacitatea uzinei este proiectată pentru 3200 m/zi țevi cu diametrul de 1220 mm și grosimea peretelui de 16 mm. Uzina va produce, de asemenea, țevi cu diametrul pînă la 1526 mm din oțel cu rezistență superioară, pentru asigurarea unei funcționări fără accidente a conductelor, în condițiile de temperatură sub 0°C și a veșnicului îngheț.

● Signal Oil and Gas a confirmat importanța zăcămîntului Thistle, a cărui capacitate de producție a fost estimată la 5 mil. t/an. Al treilea foraj a dat 850 t/zi. Noul zăcămînt este situat în apropierea zăcămîntului Dunlin și ar putea fi legat de zăcămintele Dunlin și Brent printr-o conductă pînă la insulele Shetlands.

● La a doua sondă forată în zăcămîntul „Amethyst", la circa 40 km de estuarul fluviului Humber, în zona britanică a Mării Nordului, s-a obținut un debit de 120 000 m³/zi gaze naturale.

În prezent, rezervele acestui zăcămînt sînt evaluate la circa 14 miliarde m³. Zăcămîntul prezintă avantajul că este situat la circa 40 km de Easington, astfel încît producția poate fi transportată prin conducta care deservește zăcămîntul de la West Sole.

În porțiunea olandeză a Mării Nordului, s-au obținut gaze naturale din zăcămîntul Zanvoort Zee, situat la 23 km de coasta olandeză.

# RECENZII

EUGENIU NICULESCU-MIZIL : **Cibernetica și aplicațiile ei în tehnica și economia industriei.** Editura Academiei Republicii Socialiste România — București 1973, 290 p., 23 fig., 20 tabele format 16/70×100.

Apariția recentă a unei lucrări cu o problematică ce integrează aplicațiile ciberneticii în tehnică și economie reprezintă o interesantă contribuție la cunoașterea domeniului de graniță și interferență devenit obiectul de cercetare al tehno-economiei și, totodată, realizează umplerea unui gol resimțit în literatura noastră de specialitate.

Dezvoltarea și însăși descoperirea și formularea tehno-economiei ca nou domeniu al cunoașterii științifice reprezintă un proces obiectiv cu o interesantă semnificație pentru progresul cercetărilor interdisciplinare.

Procesele și fenomenele de interferență au devenit o bază a progresului științific și tehnico-economic contemporan care în perspectiva interdependenței cu cel social și politic, printr-o influențare reciprocă, propulsează societatea spre treptele superioare ale civilizației și culturii umane.

Acestea sînt coordonatele ce formează cadrul problematicii în care se integrează prin structură, conținut, mod de abordare și analiză tehnico-economică, lucrarea tipărită în Editura Academiei Republicii Socialiste România — „Cibernetica și aplicațiile ei în tehnica și economia industriei" de Eugen Niculescu-Mizil a cărei apariție contribuie la cunoașterea ciberneticii ca știință de graniță multidisciplinară, cu un important rol în accelerarea progresului tehnic și economic, nu numai contemporan, ci și în perspectiva etapei pe care o inaugurează.

În lucrare se tratează, pe baza unui bogat material documentar, atît unele probleme definitorii ale ciberneticii, cît și legăturile dintre cibernetică și economie, ceea ce îi determină profilul și nivelul științific, evident ca investigație în domeniul tehno-economiei industriale. Definirea ca o lucrare interesantă de tehno-economie este concretizată în continuare prin prezentarea mașinilor automate ca mijloace tehnice ale ciberneticii și a sistemelor de prelucrare a datelor urmată de analiza folosirii calculatoarelor electronice în economie și a efectelor economice importante ce se pot obține în conducerea proceselor tehnologice din industria chimică.

Abordînd legătura dintre cibernetică și celelalte științe, lucrarea subliniază fer-

tilitatea domeniilor de interferență, de graniță, pentru dezvoltarea cunoașterii, a științei.

Schema interferențelor ciberneticii cu celelalte științe este folosită pentru a prezenta caracterul metodologic dialectic al științei ciberneticii. Clarificările argumentate sînt continuate cu privire la : principalele categorii cibernetice, universul ca sistem cibernetic și sistemele sociale ca sisteme cibernetice, prin care se asigură trecerea la unele considerații asupra legăturilor dintre cibernetică și economie.

Implicațiile revoluției tehnico-științifice contemporane asupra dezvoltării economiei sînt multilateral prezentate, cu accentuarea preocupărilor pentru creșterea eficienței economice în toate domeniile. Prezentînd apariția ciberneticii ca știință a conducerii, se arată că ,,În orice sistem economic avem de-a face cu un ansamblu de acțiuni ale unui mare număr de elemente, care, în ultimă instanță, sînt indivizi, dar în economia socialistă aceste elemente pot fi adunate, disociate și unite în sisteme organizate adecvat pentru obținerea unui anumit rezultat. Socialismul își propune și este capabil să realizeze ca obiectiv fundamental conducerea proceselor social-economice care în economia capitalistă se dezvoltă spontan''. În continuare, se analizează amplu : modelul în economie, teoria informației economice și teoria deciziei în sisteme economice.

Folosirea calculatoarelor electronice în economie este abordată ca necesitate și posibilitate pentru selecționarea și prelucrarea informației economice.

În ultimul capitol al interesantei lucrări de tehno-economie recenzate sînt arătate efectele economice ale folosirii calculatoarelor în conducerea proceselor tehnologice din industria chimică, iar în încheiere, sînt prezentate propuneri concrete cu aplicabilitate practică pentru optimizarea unui proces de fabricație, pe exemplul uzinelor ,,Danubiana''. De asemenea, concluziile lucrării sînt utile practicii, nu numai prin analiza orientării preocupărilor existente și celor preconizate, ci și prin propunerile concrete, clar și sistematic formulate, cum ar fi cea cu privire la stabilirea sarcinilor Centrului de calcul al industriei chimice. În analiza întregii problematici a lucrării, se poate constata preocuparea reușită a autorului de a prezenta contribuțiile țării noastre și directivele politicii economice a Partidului Comunist România, pe baza cărora se progresează rapid pe calea aplicării ciberneticii în tehnica și economia industriei. Aceste abordări, ca și propunerile originale, integrează, ca o componentă interesantă în noua viziune a tehno-economiei, în cunoașterea științifică multidisciplinară de sinteză în plină dezvoltare și diversificare. Lucrarea recenzată, ,,Cibernetica și aplicațiile ei în tehnica și economia industriei'' de Eugeniu Niculescu-Mizil, datorită expunerii clare argumentate, militante, o face accesibilă și deosebit de utilă și instructivă pentru un cerc larg de cititori.

În formarea și dezvoltarea unei gîndiri tehno-economice, lucrarea recenzată constituie o contribuție de care vor putea beneficia nu numai cadrele și specialiștii din practică, ci și cei din învățămîntul superior, îndeosebi studenți de la facultățile cu profil tehnic și economic, dar chiar și din alte domenii în care cibernetica își găsește tot mai largă aplicabilitate, ca : biologie, medicină etc.

G. SUCIU, R. ȚUNESCU. **Ingineria prelucrării hidrocarburilor,** Petrol-Petrochimie, vol. I. Editura tehnică. 1973.

Primul volum din lucrarea ,,Ingineria prelucrării hidrocarburilor'' coordonată de prof. dr. G. Suciu și prof. dr. R. Țunescu prezintă într-o formă succintă și la un nivel superior principiile care stau la baza prelucrării și chimizării petrolului. Lucrarea, concepută în genul lucrărilor : ,,Le Petrole, Raffinage et Génie Chimique'' de P. Wuithier și ,,Petroleum Refinery Engineering'' de W. L. Nelson, este alcătuită din șase capitole dintre cele mai reprezentative ale ingineriei chimice și un capitol introductiv.

După o prezentare sumară a evoluției producției de petrol și a utilizării produselor petroliere (Capitolul I), lucrarea continuă cu capitolul ,,Proprietăți ale petrolului și hidrocarburilor'' care cuprinde, la început, o trecere în revistă a compoziției chimice a petrolului în general și a petrolurilor românești în special. În continuare sînt prezentate relații, diagrame și nomograme pentru calculul și estimarea proprietăților fizico-chimice ale hidrocarburilor pure sau în amestec și a fracțiunilor de petrol, cum ar fi : masa moleculară, densitatea, viscozitatea, presiunea de vapori, proprietățile termice, proprietățile legate de arderea hidrocarburilor etc. Sînt prezentate, de asemenea, tipurile de curbe de distilare și metodele de trasare a curbei de vaporizare în echilibru. Ultima parte a capitolului cuprinde metodele curente de analiză în industria de petrol, cerințele de calitate ale produselor petroliere și o trecere în revistă a metodelor moderne de analiză și studiu în industria petrolului și petrochimică, cum ar fi : metodele culometrice, spectrochimice, spectroscopice, criometrice, cromatografie de adsorbție lichid — solid, cromatografie de gaze etc.

În capitolul III, consacrat proceselor hidrodinamice, sînt redate aspectele teoretice și practice ale curgerii fluidelor prin conducte, canale și peste corpuri solide, precum și ale proceselor mecanice de separare : sedimentare, filtrare, centrifugare, separare sonică și electrostatică. O parte din capitol este consacrat teoriei și calculului tehnologic al pompelor și compresoarelor.

Prima parte a capitolului IV, consacrat transmisiei căldurii, cuprinde principiile, relațiile și metodele de calcul termic al aparatelor de schimb de căldură, și anume : calculul coeficienților parțiali și globali de transmisie a căldurii, calculul suprafețelor de schimb de căldură, calculul pierderilor de presiune în schimbătoare etc., iar partea a doua, calculul termic și hidraulic al cuptoarelor tubulare. Sînt prezentate, de asemenea, tipurile de schimbătoare de căldură și cuptoare tubulare, precum și caracteristicile și aplicațiile lor. Exemplele de calcul date ușurează mult înțelegerea metodologiei de proiectare a aparatelor respective.

Capitolul V redă într-o formă accesibilă legile și principiile care stau la baza proceselor unitare de separare : distilare fracționată, absorbție, extracție și adsorbție, precum și metodologia de calcul al aparaturii respective. Numeroasele exemple de calcul date ușurează înțelegerea teoriei proceselor și conferă capitolului o accesibilitate mult mai mare.

Capitolul VI este consacrat termodinamicii chimice și redă succint elementele fundamentale ale acestei părți din chimia fizică care constituie baza teoretică a ingineriei chimice. Sînt tratate astfel principiile și mărimile termodinamice, echilibru de faze, termodinamica reacțiilor, termodinamica proceselor ireversibile etc.

Ultimul capitol intitulat ,,Cinetica industrială'' se referă la aspectele teoretice ale diverselor tipuri de reacții catalitice și la realizarea lor industrială. Sînt prezentate diverse tipuri de reactoare catalitice gaz — solid în strat fix și strat fluidizat, iar la sfîrșit se dau elementele de proiectare a reactoarelor catalitice gaz — solid în strat fix.

Lucrarea bazată pe o bibliografie variată, cuprinzînd, în cele mai multe cazuri, ultimele noutăți în domeniile respective, are o deosebită valoare practică, constituind un ajutor deosebit de prețios în activitatea inginerului chimist din industrie, proiectare și cercetare.

E 1445

# Index alfabetic de autori ai revistei „PETROL ŞI GAZE" pe anul 1973


A

*Ana, I.*, 2, p. 88; 4, p. 205; 6, p. 336; 7, p. 410; 10, p. 596; 11, p. 661; 12, p. 754.
*Anton, S.*, 9, p. 543
*Atanasiu, I.*, 12, p. 754
*Athanasiadis, A. M.*, 1, p. 36
*Auslander, G.*, 1, p. 45; 3, p. 180
*Avramescu, I.*, 2, p. 91; 3, p. 167

B

*Balteş, N.*, 9, p. 525; 12, p. 727
*Basarabescu, T.*, 8, p. 489
*Bălan, M.*, 6, p. 370
*Beju, D.*, 1, p. 10; 8, p. 465
*Birlogeanu, M.*, 3, p. 142
*Birsan, E.*, 8, p. 492
*Brătianu, R.*, 4, p. 225; 5, p. 279; 6, p. 341; 7, p. 395; 11, p. 679;
*Buricatu, I.*, 10, p. 622; 11, p. 695
*Busuioceanu, C.*, 4, p. 210
*Butufei, V.*, 6, p. 360
*Buzata, C.*, 12, p. 742

C

*Caimacan, C.*, 2, p. 71
*Cegolea, A.*, 3, p. 172
*Ciocotoiu, D.*, 2, p. 118; 5, p. 293
*Ciolan, I.*, 5, p. 290
*Ciort, V.*, 2, p. 118; 5, p. 293
*Ciupagea, D.*, 9, p. 525
*Constantinescu, Al.*, 2, p. 95; 4, p. 234
*Constantinescu, M.*, 2 p. 76
*Creţu, I.*, 11, p. 685; 12, p. 744
*Cristea, V.*, 7, p. 433
*Cristian, M.*, 11, p. 655

D

*Dăneţ, T.*, 10. p. 593
*Despa, Şt.*, 2, p. 118; 5, p. 293
*Dicea, O.*, 9, p. 533
*Dobrinescu, D.*, 6, p. 366
*Dragoev, I. D.*, 2, p. 84; 12, p. 731
*Dumitrescu, I.*, 10, p. 609
*Dumitrescu, S.*, 1, p. 29
*Dumitrescu, Vl.*, 10, p. 609
*Dumitrică, A.*, 7, p. 420

E

*Ene, H. I.*, 4, p. 221
*Eftimescu, P.*, 4, p. 225; 5, p. 279; 6, p. 341; 11, p. 679

F

*Filipescu, M. N.*, 3, p. 142
*Floarea, I.*, 7, p. 415

G

*Geangălă, I.*, 6, p. 370
*Georgescu, A.*, 11, p. 676
*Georgescu, C.*, 9, p. 595
*Gheorghiţă, Şt.*, 3, p. 153
*Giuclea, V.*, 8, p. 492
*Gogonea, S.*, 3, p. 159
*Grigoriu, D.*, 2, p. 118; 5, p. 293; 10, p. 622; 11, p. 695

H

*Hănciulescu, V.*, 6, p. 360
*Hristescu, C.*, 9, p. 550

I

*Ilisei, M.*, 3, p. 176; 4, p. 243
*Ioachimciuc, R.*, 10, p. 605
*Ionescu, Gh, M.*, 1, p. 15; 3, p. 150; 6, p. 336; 7, p. 410
*Ioniţă, M.*, 3, p. 159
*Iordache, S. Gh.*, 7, p. 415
*Iosifescu, L.*, 8, p. 485
*Iuonaş, N.*, 8, p. 497

L

*Lazăr, C.*, 12, p. 751

M

*Mavrodin-Tărăbic, M.*, 1, p. 41; 5, p. 298
*Măciucă, L.*, 7, p. 410
*Metsch, M.*, 11, p. 698
*Mihuţ, M.*, 11, p. 661
*Milcoveanu, D.*, 3, p. 138
*Mirea, V.*, 2, p. 91
*Mititeanu, L.*, 4, p. 205
*Mocuţa, Şt., T.*, 8, p. 492
*Moşescu, N.*, 2, p. 115; 4, p. 243
*Motaş, C.*, 9, p. 525
*Munlean, I.*, 2, p. 115

N

*Năstăseanu, N.*, 4, p. 199; 10, p. 593
*Neagoe, M.*, 8, p. 497
*Nicolae, P.*, 1, p. 18
*Nicolau, I.*, 6, p. 360

O

*Olteanu, Gh.*, 9, p. 550
*Onaca, I.*, 1, p. 41, 5, p. 298
*Oprescu, M.*, 8, p. 489
*Oprişan, N.*, 8, p. 482
*Orăşanu, L.*, 4, p. 238

P

*Palaghiţă, I.*, 3, p. 167
*Paraschiv, D.*, 4, p. 199; 7, p. 404; 8, p. 465; 9, p.; 10, p. 11, p. 655
*Pauliuc, S.*, 9, p. 559
*Pătruţ, I.*, 9, p. 533
*Pătulea, N.*, 3, p. 150
*Pîrvu, S.*, 5, p. 267
*Petre, I.*, 3, p. 176
*Petre, N.* 4, p. 225, 6 p. 341;
*Pitea, T.*, 3, p. 150; 4, p. 205; 6, p. 336
*Popa, L.*, 4, p. 243
*Popa, M. V.*, 10, p. 764
*Popescu, C.*, 7, p. 427
*Popescu, F.*, 2, p. 88; 6, p. 331; 8, p. 489
*Popescu, Gr.*, 9, p. 525
*Popescu, I.*, 9, p. 570
*Popescu, R.*, 7, p. 438
*Precup, I.*, 10, p. 622; 11, p. 695

R

*Raşeev, D.*, 5, p. 302

S

*Săvulescu, M. J.*, 5, p. 302
*Scheianu, I.*, 12, p. 751
*Sîrbu, C.*, 9, p. 559
*Solacolu, I.*, 1, p. 41; 5, p. 298
*Spiridon, Gh.*, 10. p. 609
*Stanciu, I.*, 5, p. 285, 6, p. 351
*Stănescu, Gr.*, 7, p. 410
*Stănescu, M.*, 3, p. 176; 4, p. 243; 7, p. 438
*Suciu, S.*, 10. p. 626

Ş

*Ştefănescu, D.*, 2, p. 71; 11, p. 674

T

*Tatu, Gr.*, 11, p. 669 12, p. 734
*Tătaru, S.*, 4, p. 234
*Teodorescu, Şt.*, 2, p. 100
*Tihon, N.*, 7, p. 395
*Tomi, P.*, 8, p. 497
*Tottolo, E.*, 8, p. 427
*Truică, M.*, 3, p. 172

Z

*Zîrnă, I.*, 2, p. 118

# Index alfabetic de cărțile recenzate în anul 1973


*Anastasiu, V.* Cartea sondorului de extracție, Ed. tehnică, București, 1973, 214 p., nr. 10, p. 642

*Costache, Gh.* Forajul și exploatarea sondelor, Ed. tehnică, București, 1972, 416 p., nr. 5, p. 323

*Crețu, I., Soare, Al., David, V.* și *Osnea, Al.* Probleme de hidraulică, Ed. tehnică, București, 1973, nr. 10. p. 641

*Firmin Lentacher.* La revolution energetique de notre temp (Revoluția energetică a timpului nostru), Ed. Sciences humaines, Paris, 1972, 196 p., nr. 4, p. 259

*Ternisien A. Jean.* Les pollutions et leurs effets (Poluarea și efectele ei). Ed. Presses Universitaires de France, Paris, 1972, 200 p., nr. 7, p. 456

*Vasilescu, C. A., Pimsner, V., Faur, S., Rădulescu, G. A.* Corelațiile dintre combustibilul lichid și motorul cu ardere internă, Ed. Academiei, București 1972, 335 p., nr. 2, p. 128

* * * Dampfturbienenbetries (Exploatarea turbinelor cu abur), de un colectiv de autori în editura „VEB" Deutscher Verlag" Leipzig, ediția a 2-a, 1972, 328 p., nr. 4, p. 258

* * * Les applications industrielles du gaz naturel (Aplicații industriale ale gazului natural). Ed. Graphiques Artistiques Cega de la S-té J. Sennac — Paris, 1972, 120 p., nr. 7, p. 456

* * * Tehnica și protecția mediului înconjurător (Aer-Apă-Pământ-Zgomot). Sesizarea și influența poluării aerului (Erfassung und Auswirkungen von Luftvernunreinigungen). Editura germană pentru industria de bază, Leipzig, 1972, nr. 8, p. 510

*Suciu, G., Țunescu, R.* Ingineria prelucrării hidrocarburilor, Ed. tehnică, București, 1973, 614 p., nr. 12, p. 780


## Rubrici permanente


**Cronici:** 1, p. 52; 5, p. 297; 6, p. 380; 8, p. 511; 10, p. 630; 11, p. 693, 703; 12, p. 770

**Realizări din industrie** : 4, p. 253 ; 5, p. 313 ; 7, p. 442 ; 12, p. 771

**Note tehnice** : 6, p. 350, 388 ; 7, p. 442 ; 10, p. 641

**Documentare** : 1, p. 53 ; 2, p. 122 ; 3, p. 187 ; 4, p. 254 ; 5, p. 314 ; 6, p. 382 ; 7, p. 443 ; 8, p. 501 ; 9, p. 578 ; 10, p. 631 ; 11, p. 708 ; 12, p. 772

**Informații tehnico-economice** : 1, p. 62 ; 2, p. 126 ; 3, p. 191 ; 4, p. 257 ; 5, p. 321 ; 6, p. 365, 387 ; 7, p. 454 ; 8, p. 508 ; 9, p. 581 ; 10, p. 639 ; 11, p. 716 ; 12, p. 779

**Recenzii** : 2, p. 128 ; 4, p. 258 ; 5, p. 323 ; 7, p. 456 ; 8, p.510 ; 10, p. 641 ; 12, p. 780


# Index pe domenii

## al lucrărilor publicate în revista „Petrol și gaze" pe anul 1973


**Editorial**

* * * 1973—anul hotărîtor pentru îndeplinirea cincinalului înainte de termen, nr. 1, p. 7

* * * Sarcinile și contribuția cercetării științifice la dezvoltarea industriei extractive de țiței și gaze în perspectivă, nr. 1, p. 8

* * * Progresele realizate în industria de petrol din România, nr. 3, p. 135

În cinstea marii sărbători a eliberării patriei, nr. 8, p. 463

* * * Ziua petrolistului, nr. 10, p. 591

**Geologie**

— Zonare și corelare a poleozoicului din Platforma Moesică pe baza asociațiilor palino-protistologice II, nr. 1, p. 10

— Cercetări în legătură cu originea și compoziția chimică a gazelor din zăcămintele Depresiunii Transilvaniei, nr. 3, p. 142

— Prezența depozitelor carbonifere în sudul Dobrogei, nr. 4, p. 199

— Studiul paleocurenților la nivelul Miocenului dintre Olt și Olteț. Depresiunea getică, nr. 5, p. 267.

— Contribuții la studiul paleontologic al depozitelor pliocene din Depresiunea Subcarpatică și Platforma Moesică, nr. 6, p. 331

— Unele aspecte geologice și petrolifere ale bazinului Essaonira (Maroc), nr. 7, p. 404

— Contribuții la cunoașterea stratigrafiei Cambro-Ordovicianului din Platforma Moesică, nr. 8, p. 465.

— Petrolul și diapirismul în România, nr. 9, p. 523

— Privire de ansamblu asupra geologiei formațiunilor salifere din România, nr. 9, p. 525

— Considerații asupra modului de formare a structurilor din România, nr. 9, p. 533

— Condițiile de geneză a hidrocarburilor din Pliocenul subcarpatic al Munteniei, nr. 9, p. 543

— Rolul diapirismului în formarea și distribuția hidrocarburilor în zona mio-plicenă, nr. 9, p. 550

— Structura Moreni-Băicoi. Cuta diapiră productivă reprezentativă în zona mio-pliocenă, nr. 9, p. 559

— Eficiența metodelor geofizice în cercetarea structurilor diapire din avanfosa Carpaților din România, nr. 9, p. 570

— Date noi asupra Carboniferului din sudul Dobrogei, nr. 10, p. 593

— Asupra particularităților regimului geotermic în nord-estul Depresiunii panonice, nr. 11, p. 655

— Considerații asupra relațiilor dintre gradul de metamorfism al materialului palinologic din apele primare de zăcământ și potențialul petroligen al stratului purtător, nr. 12, p. 727

**Geofizică**

— Măsuri electronice în găurile de sondă în cursul procesului de foraj și extracție, nr. 1, p. 29

— Interpretarea explorărilor gravimetrice cu ajutorul funcției de corelație, nr. 3, p. 135

— Posibilitățile de îmbunătățire a funcționării dispozitivelor de sondă, pentru carotaj radioactiv, la temperaturi ridicate, nr. 7, p. 420

**Foraj**

— Cu privire la argilele bentonitice folosite în foraj, nr. 2, p. 71

— Forajul la echilibru de presiune, nr. 2, p. 76

— Teoria înaintării sapei II, nr. 2, p. 84

— Influența electroliților asupra temperaturii de ieșire din soluție a agenților activi de suprafață (A.A.S) neionici, nr. 2, p. 88

— Asupra determinării intervalelor de egală forabilitate a rocilor traversate prin foraj, nr. 3, p. 150

— Unele aspecte în legătură cu utilizarea fluidelor de foraj la sondele de mare adîncime, nr. 4, p. 205

— Forajul cu turbina lentă, perfecționarea tehnică a forajului cu turbina convențională, nr. 4, p. 210

— Emulsii apă-țiței ca fluide nenewtoniene. Studiu reologic experimental II, nr. 6, p. 351

— Considerații asupra unor soluții noi ale problemei protecției manometrelor de foraj, nr. 6, p. 360

— Programarea, aplicarea și rezultatele obținute în optimizarea procesului de foraj la sonda 4 595, nr. 7, p. 410

— Contribuția diagrafiei acustice în stabilirea unor parametri de determinarea a performanței forajului, nr. 7, p. 415

— Determinarea construcției coloanelor de tubaj cu ajutorul unui calculator electronic mare, nr. 8, p. 472

— Evidența căderilor de presiune în spatele coloanelor, nr. 8, p. 482

— Stabilitatea sistemelor coloidale, cu referire la fluidele de foraj, I. Considerații teoretice privind stabilitatea coloizilor liofobi, nr. 10, p. 596

— Cu privire la stabilitatea fluidelor de foraj, nr. 11, p. 661

— Criterii privind utilizarea rațională a puterii hidraulice la forajul unei sonde, nr. 11, p. 685

— Corelarea regimului mecanic de dislocare cu cel hidraulic, la forajul sondelor folosind sapa cu role, nr. 11, p. 669

— Despre mişcarea punctului material într-un mediu rezistent anizotrop, cu aplicaţie la forajul sondelor, nr. 12,p. 731
— Aplicarea analizei dimensionale în stabilirea legii modelului pentru procesul dislocării mecanice a rocilor la talpa sondelor în foraj, nr. 12, p. 734
— Metode de combatere a pierderilor de circulaţie la forajul sondelor, nr. 12, p. 742
— Evacuarea detritusului din sondă, nr. 12, p. 744

**Exploatare**
— Programe hidraulice. Criteriul presiunii minime de pompare, nr. 1, p. 15
— Mişcarea fluidelor vîsco-plastice în medii poroase, nr. 3, p. 153
— Teorema cercului şi aplicaţiile ei în teoria filtraţiei, nr. 3, p. 159
— Un principiu de reciprocitate pentru medii poroase neomogene, nr. 4, p. 221
— Determinarea suprafeţei unei fisuri orizontale, nr. 7, p. 427
— Cu privire la exploatarea zăcămintelor de gaze în regim de împingere naturală a apei, nr. 8, p. 492
— Materiale granulare pentru îmbibarea formaţiunilor geologice de mare permeabilitate din sonde, nr. 11, p. 674
— Teorema lui Squire pentru o mişcare într-un mediu poros, nr. 11, p. 676

**Extracţie**
— Analiza grafică a diagramelor de dinamometrare, nr.1,p. 18.
— Consideraţii privind măsurarea vitezei de coroziune provocată de apele reziduale din exploatările petroliere, nr. 1, p. 36
— Automatizarea încălzitoarelor de gaze, nr. 2, p. 91
— Influenţa unor factori fizici asupra coroziunii provocate de apele sărate din schelele petrolifere, nr. 2, p. 95
— Consideraţii asupra etalonării producţiei la sondele de ţiţei şi gaze asociate, nr. 3, p. 167
— Posibilităţi de mărire a afluxului de ţiţei la un zăcămînt constituit din gresii silicioase, nr. 3, p. 172
— Tendinţe actuale în construcţia pompelor de extracţie, nr. 4, p. 225
— Acţiunea corosivă a apelor reziduale sărate şi unele consideraţii privind dezaerarea prin stripare cu gaze naturale, nr. 4, p. 234
— Contribuţii la îmbunătăţirea calităţii prăjinilor de pompare în scopul diversificării folosirii acestora, în diferite condiţii de exploatare I, nr. 5, p. 279
— Contribuţii la îmbunătăţirea calităţii prăjinilor de pompare în scopul diversificării folosirii acestora în diferite condiţii de exploatare. II. Avariile prăjinilor de pompare şi unele măsuri de reducere a acestora, nr. 6, p. 341
— Contribuţii la îmbunătăţirea calităţii prăjinilor de pompare în scopul diversificări folosirii acestora în diferite condiţii de exploatare. III. Excentricitatea prăjinilor rezultată din fabricaţie, nr. 11, p. 679
— Aspecte privind cercetarea pompajului de adîncime, nr. 7, p. 395
— Un nou aparat dielcometric simplu pentru măsurarea automată a conţinutului de apă în ţiţei, nr. 7, p. 433
— Factorii care determină apariţia crustelor în sistemele de extracţie şi transport al ţiţeiului, nr. 8, p. 485
— Cu privire la utilizarea unor agenţi activi de suprafaţă la dezemulsionarea ţiţeiului, nr. 8, p. 489
— Comportarea unui zăcămînt exploatat prin spălare cu apă, nr. 10, p. 605

**Prelucrare**
— Pilele cu hidrocarburi —formă superioară de valorificare a combustibililor naturali, II. Sisteme cu reformarea hidrocarburilor, nr. 1, p. 41
— Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării. III. Cifra octanică şi caracteristicile de distilaţie ale amestecurilor de benzine, nr. 1, p. 45
— Utilizarea spectrelor electronice pentru determinarea hidrocarburilor aromatice din benzine, nr. 2, p. 115
— Evaluarea calităţii uleiurilor de motoare prin metode spectrale, nr. 3, p. 176
— Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării. IV. Viscozitatea, punctul de inflamabilitate şi alte proprietăţi ale amestecurilor de uleiuri, nr. 3, p. 180
— Contribuţii la studiul uleiurilor minerale provenite din ţiţeiuri parafinice, nr. 4, p. 238
— Aspecte ale evaluării calităţii uleiurilor de motoare, n. 4, p. 243
— Calculul entalpiei benzinei, nr. 5, p. 290
— Unele consideraţii privind condiţiile tehnologice de funcţionare a separatoarelor de gaze la instalaţiile ce lucrează sub presiune de $H_2$, nr, 5, p. 293
— Pilele cu hidrocarburi —formă superioară de valorificare a combusibililor naturali. III. Randamentele conversiei energiei chimice a hidrocarburilor în sistemele cu reformare externă şi internă, nr. 5, p. 298
— Utilizarea energiei nucleare în marile rafinării şi combinate petrochimice, nr. 6, p. 366
— Determinarea compoziţiei uleiurilor grele, nr. 7, p. 438
— Analiza cromatografică a unor monoolefine cuprinse în domeniul $C_6$—$C_{12}$, nr. 7, p. 497
— Unele aspecte legate de limitaţiile impuse de extracţia cu reflux de extract de compoziţie diferită de a extractului finit. I. Consideraţii generale, nr. 10, p. 622
— Unele aspecte legate de limitaţiile impuse de extracţia cu reflux de extract de compoziţie diferită de a extractului finit. II. Stabilirea metodei de calcul, nr. 11, p. 695
— Eliminarea benzenului din amestecul ternar de solvent folosit la deparafinarea şi dezuleierea materiilor prime parafinoase, nr. 12, p. 751

**Transport-înmagazinare**
— Considerente asupra regimului optim de exploatare a turbo-compresoarelor cuplate în serie pe sistemele de transport gaz, nr. 6, p. 370

**Mecanic-automatizare**
— Algoritmul şi optimizarea calculului de rezistenţă al sistemului de ancoraj pentru aparatura şi recipientele cilindrice montate vertical, nr. 2, p. 100
— Aspecte ale ruperii fragile şi prevenirea ei la construcţiile metalice ale instalaţiilor de foraj, nr. 5, p. 302
— Determinarea eforturilor din elementele turlelor de foraj de tip „A" prin utilizarea sistemelor de calcul automat, nr. 10, p. 609
— Observaţii asupra coroziunii bacteriene a utilajului din industria de extracţie a ţiţeiului, nr. 10, p. 626
— Metode de combaterea coroziunii fisurante sub tensiune, nr. 12, p. 764
— Stabilirea cauzelor accidentelor de muncă, nr. 11, p. 698
— Influenţa temperaturii asupra coroziunii metalelor şi aliajelor, nr. 12, p. 754

**Teme economice**
— Aspecte tehnico-economice legate de recuperarea căldurii în unele procese catalitice eterogene, nr. 2, p. 118
— Producţia şi exportul de utilaj petrolier din R.S. România, nr. 4, p. 248

Revista PETROL şi GAZE. Redacţia: Bucureşti, Calea Plevnei, 139, telefon 49. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere, Calea Plevnei 139, cont 640 302-14. Banca Naţională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 7 Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8. Taxele poştale plătite în numerar pe anul 1973 conform aprobării D.P.D.P. nr. 137/7369/1972.

I. P. I. c. 3427

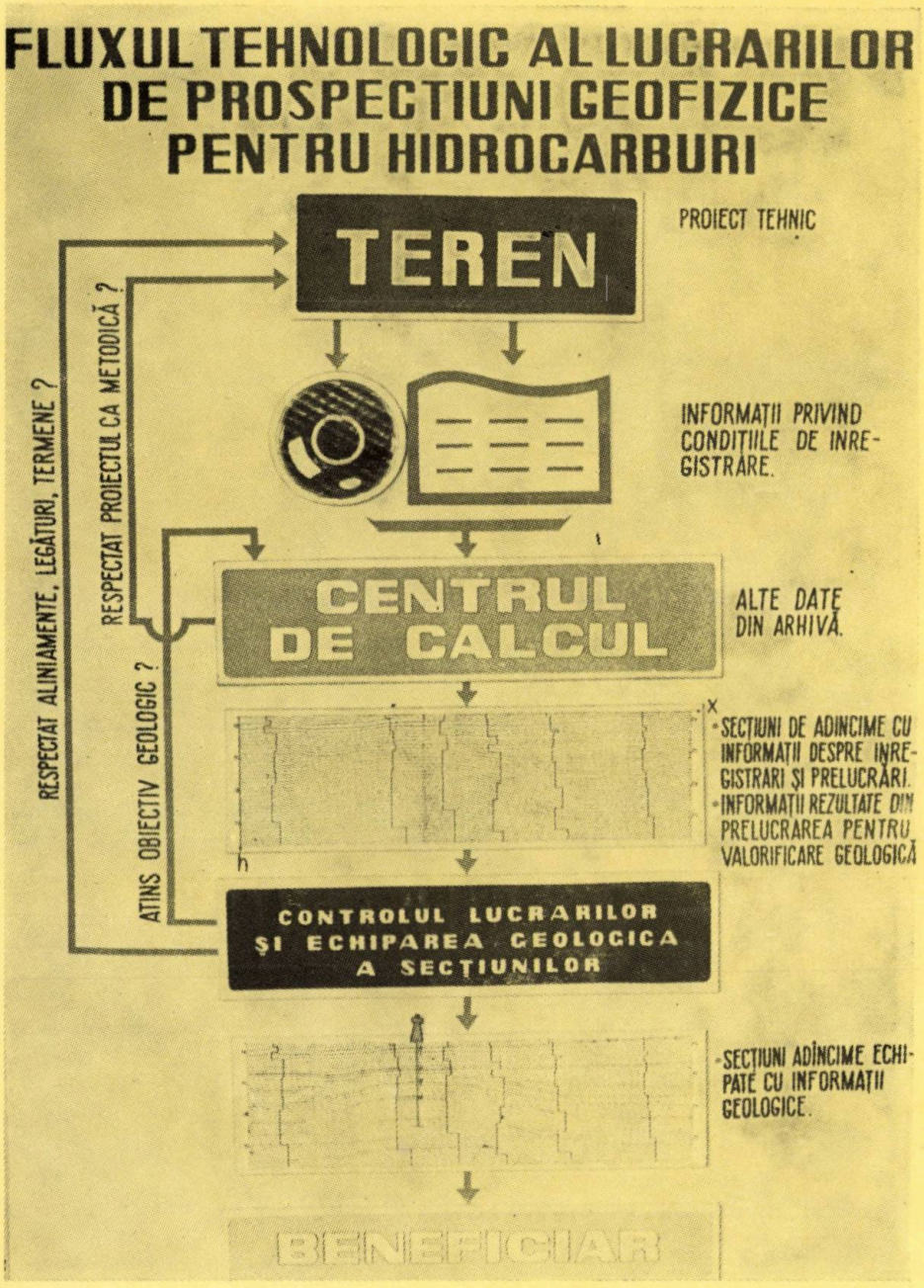
14 330

# I. P. G .G. H.

## Geological and Geophysical Prospecting Co. for Hydrocarbons

A rumanian company specialized for oil and gaz explorations With modern equipement and experienced personnel. Can You offer a complete range of services.

- *seismic surveys: land offshore and swampareas*
- *gravity*
- *geological surface and subsurface mapping*
- *analog and/or digital seismic data processing*
- *geological and geophysical studies and expertizes*
- *geological and geophysical works supervision*
- *geophysical equipment service and operation*
- *topographical surveys for all types of geological geophysical and drilling works.*





**București 8**
**România**
**str. Coralilor 20**
**telefon 67.40.95**

# COMBINATUL CHIMIC CRAIOVA

produce:

OXIGEN TEHNIC

tip 99 min. 99% vol. oxigen
tip 98 min. 98% vol. oxigen
tip 97 min. 97% vol. oxigen

AZOT COMPRIMAT:

calitatea I — min. 99,8% vol. azot
calitatea II — min. 97,5% vol. azot

AZOTAT DE AMONIU:

îngrăşământ agricol granulat, conţinut
în azot: min. 34,5%
umiditate max. 1%

AMONIAC TEHNIC:

calitatea I — min. 99,8% amoniac
calitatea II — min. 99,6% amoniac

UREE GRANULATĂ ÎNGRĂŞĂMÎNT:

tip I — min. 46,2% azot

UREE FURAJERĂ:

tip II — min. 46% azot

UREE TEHNICĂ:

tip III — min. 46,2% azot

NITROCALCAR 28% azot

CATALIZATOR pentru sinteza amoniacului pe bază de fier cu adaosuri de promotori: $Al_2O_3$, $K_2O$, $CaO$ şi $SiO_2$

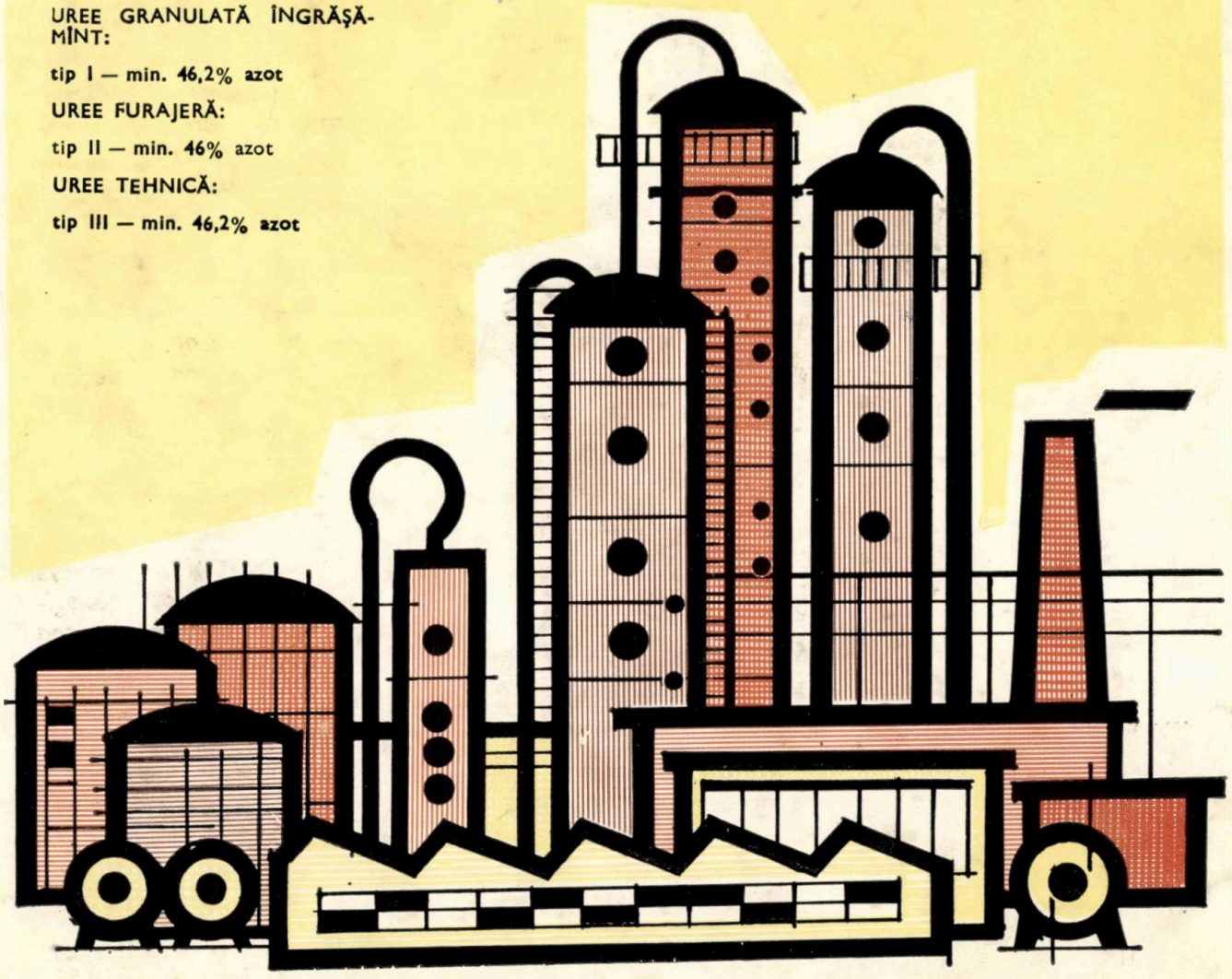
CATALIZATOR pentru conversia oxidului de carbon pe bază de fier promotat cu oxid de crom

CATALIZATOR pentru conversia metanului pe bază de nichel pe suport de alumină

CATALIZATOR DE ZINC pe cărbune activ pentru sinteza acetatului de vinil

BUTANOL min 95%
ACID ACETIC 98,5%
POLIACETAT DE VINIL
ACID NICOTINIC ZOOTEHNIC ŞI FARMACEUTIC

1974 IAN 26



CENTRALA INDUSTRIALĂ DE ÎNGRĂŞĂMINTE CHIMICE

Comuna Işalniţa, Municipiul Craiova